51.35

Ueber die Ausbildung des Diluviums in der nordöstlichen Bodenseelandschaft mit besonderer Berücksichtigung des Schussengebietes.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Universität Tübingen

vorgelegt von

Eduard Wagner

aus Ravensburg.

Mit 4 Abbildungen und 1 Tafel.

Stuttgart
1911.

Von der Fakultät angenommen am 24. Mai 1910.

53135
W12u
31 Jl 17 - EL.

Ueber die Ausbildung des Diluviums in der nordöstlichen Bodenseelandschaft mit besonderer Berücksichtigung des Schussengebietes.

Von **Eduard Wagner**, Ravensburg.

Mit 4 Abbildungen und Tafel IV.

In seinem grundlegenden Werke über „Die Alpen im Eiszeitalter“ begründet Penck[1] für die Nordseite der Alpen, also auch für unser Gebiet, die Annahme einer Periode von vier Vergletscherungen, welche durch Interglazialzeiten voneinander getrennt waren. Eiszeiten von langer Dauer, charakterisiert durch eine so tiefe Lage der Schneegrenze, daß sich die Vergletscherung bis über die untersten Zungengebiete hinaus in das Alpenvorland ausdehnte, wechselten mit lang anhaltenden Interglazialzeiten, in welchen das Eis wieder bis in das Hochgebirge sich zurückzog, vielleicht über unsere heutige Schneegrenze hinaus. In diesen Interglazialzeiten belebte sich das verlassene Gebiet wieder mit einer Flora und Fauna, welche bisweilen ein wärmeres Klima als das heutige vermuten lassen.

Die einzelnen Vergletscherungen wurden von Penck in chronologischer Reihenfolge Günz-, Mindel-, Riß-, Würmeiszeit genannt nach besonders typischen Vorkommnissen im Gebiet dieser kleinen Flüsse im nördlichen Alpenvorland.

Von den Ablagerungen der drei älteren dieser vier Eiszeiten sind uns im Schussengebiet nur geringe Reste erhalten geblieben. Die Ablagerungen einer früheren Vereisung und der ihr folgenden Interglazialzeit wurden durch die vorstoßende Kraft eines späteren Rheingletschers zerstört und aufgearbeitet. Die Hauptvorkommnisse der drei älteren Rheingletscherablagerungen haben wir außerhalb und oberhalb der Grenzen des jüngsten Gletschers zu suchen.

---

[1] Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. 11 Liefg. 1901 bis 1909.

Der

Günzeiszeit

gehören nach Penck[1] an die höchsten Vorkommnisse von Deckenschotter auf dem Höchsten (835 m über dem Meere), ca. 15 km westlich von Ravensburg. Dieser ältere Deckenschotter, verknüpft mit Moränenmaterial, liegt hier wie auf dem benachbarten Heiligenberg (788 m ü. d. M.) auf der präglazialen Landoberfläche. Diese hätte man sich als Ebene mit nur mäßiger vertikaler Gliederung zu denken. Breite, flache Talniederungen deuteten vielleicht schwach die heutigen Riedel an. Spuren von Flußanschwemmungen sind aus dieser Zeit nicht mehr erhalten. Daß die Deckenschotter als präglaziale Flußschotter gedeutet werden, ist durch den Nachweis ihrer Verknüpfung mit Moränen unmöglich gemacht. Der ältere Deckenschotter ist vielmehr als fluvioglaziale Bildung der ersten Vergletscherung anzusehen. Er besteht aus gerollten Kiesen, welche zusammen mit Sandstreifen und Moränenmaterial wie in den obigen Fällen, zu betonartiger, löcheriger Nagelfluh verkittet sind. Häufig zeigt er eine gelbe Oxydationsfarbe. Der ältere Deckenschotter ist besonders reich an zentralalpinem Gestein. Ihm gehören ferner das Vorkommnis bei Menelzhofen, nördlich Isny, an. Seine grobblockige Beschaffenheit, zwischen 760 und 780 m Höhe auftretend, macht wahrscheinlich, daß auch diese Ablagerung in der Nähe des Eises entstanden ist. Damit hätten wir auch einige Anhaltspunkte für die Ausdehnung der Günzvergletscherung in unserem Gebiet festgestellt. Die Deckenschotter, welche bei Zeil in 745 m Höhe, am Scharben bei Essendorf in 725 m Höhe auftreten, sowie bei Schloß Königsegg und am Hochberge bei Saulgau werden von Dr. Forster[2] ebenfalls zum älteren Deckenschotter gerechnet.

Diese Nagelfluhplatten ruhen direkt auf den Sand- und Mergelschichten der Oberen Süßwassermolasse auf. Die Vermutung von Probst und Engel[3], daß hier in den Schichten bis zur Höhe des Höchsten auch noch höhere als obermiozäne Horizonte entdeckt werden können, bestätigt sich nicht, wie ich in einer in Vorbereitung befindlichen Arbeit über die Gliederung der Oberen Süßwassermolasse in dieser Gegend nachweisen kann.

In unserem Gebiet und in dessen Nähe führt Penck (l. c. S. 401)

[1] Penck und Brückner, l. c. S. 399 u. f.

[2] Alpen im Eiszeitalter S. 401.

[3] s. Engel, Geognostischer Wegweiser durch Württemberg. III. Aufl. 1908. S. 543.

die Ringgenburg bei Wilhelmsdorf, Pfullendorf, Königseggwald, Hauerz als Orte mit jüngeren Deckenschottern an.

In die

Mindeleiszeit

verweise ich auch die Deckenschotter auf dem Nordostabhang des Höhenzuges des „Höchsten". Sie befinden sich über Pfrungen, versteckt im Walde des Schwenditobels, in einer Höhe von 700—720 m. Und zwar liegen die Nagelfluhplatten nicht etwa auf dem Plateau des Höhenzuges, sondern sie stehen seitlich am Ostabhang gegenüber der Ringgenburg an, wo solche in gleicher Höhe das Tertiärplateau krönen. Es befinden sich somit an demselben Höhenzuge des „Höchsten" ältere und jüngere Deckenschotter mit einem Höhenunterschied von ca. 100 m. Dies gibt einen ungefähren Maßstab für die Erosion während der Günz-Mindelinterglazialzeit und der Mindeleiszeit.

Die Ablagerungen der

„Rißeiszeit"

schließen sich in unserem Gebiet überall an die Endmoränen der Würmeiszeit an, von diesen nur durch ein Tal getrennt, der Eisrandrinne des Maximalstandes der Würmeiszeit. Es sind noch Moränenzüge gut erkenntlich. Diese sind zwar stark denudiert, flachwellig und gleichsinnig abgeböscht. Ihre Schotterfelder reichen nördlich bis zur Donau. In den Tälern sind mächtige Terrassen entwickelt, die Hochterrassen. Aus der Masse und Ausdehnung der Ablagerungen erkennen wir in der Rißeiszeit den Höhepunkt des diluvialen Glazialphänomens.

Wie das ganze Glazialphänomen des Diluviums aufgefaßt wird als eine Periode von Eiszeiten, welche voneinander getrennt sind durch große Intervalle, die Interglazialzeiten, so erfolgten auch während der Dauer einer Vergletscherung Schwankungen. Auf ein Anwachsen folgte ein Rückzug, dann vielleicht ein stationärer Zustand, ein Wiedervorstoß usw. Diese kleineren Intervalle werden von Penck Interstadialzeiten genannt.

Es scheint mir, daß sich beim Gletscher der Rißeiszeit nach dem Maximalstand noch ein zweiter Stand deutlich unterscheiden lasse. Der Maximalstand ist der von Penck in seiner Karte des Rheingletschers und in Regelmann's Geogn. Übersichtskarte vom Jahre 1907 mit der Riß-Endmoräne bezeichnete Gletscherbestand. Ein südlicher Stand mag als Vorstoß aufzufassen sein, folgend auf

eine Rückzugszeit, in welcher Talbildung und Schotterablagerung einsetzten. Diesem jüngeren Stand mag die Zungengestaltung des Buchauer und des Wurzacher Rieds zuzuschreiben sein. Die Moränenbedeckung der Hochterrassenschotterdecke nördlich von Pfullendorf würde damit auch erklärt sein.

Sehr interessant ist ein Vorkommen von Schottern der Rißeiszeit innerhalb der Jungendmoräne. Als solches ist die Nagelfluhbank anzusehen, welche auf der Ostseite des Schussentales, bei Weingarten, in einer Kiesgrube bloßgelegt wurde in 560 m Höhe, also 130 m über der heutigen Schussensohle. Die Kiesgrube befindet sich neben dem Hof Hinterochsen an dem Weg, welcher am Waldrand entlang führt. Diese Nagelfluhbank streicht von Nord nach Süd, in der Richtung der Schussen, und fällt schwach östlich, also bergwärts, ein, woraus hervorgeht, daß sie vom Schussental aus abgelagert wurde. Es ist eine Nagelfluh, in welcher gleichmäßig sortierte Gerölle bis Eigröße, mit feinen Sandschichten wechselnd, verbunden sind. Die ziemlich ebene Platte ist von Moräne (Grundmoränenmaterial) überlagert, die sich bis 600 m erhebt. Die Grenze der Nagelfluh gegen die überlagernde Moräne ist scharf, wie mit dem Lineal gezogen. Die Moräne ist direkt über der Nagelfluhdecke ziemlich fest und enthält in ihrer untersten Schicht das zum Teil zerdrückte Material der verwitterten Nagelfluhdecke eingeknetet. Es schien mehrmals, als ob Spuren zermalmter Pflanzenstücke in der untersten Moränenschicht zu bemerken seien. Fleckenweise, intensive Braunfärbung des gepreßten Lehms ist jedenfalls vorhanden. Vielleicht gibt die weitere Ausbeute sicheren Aufschluß darüber.

Nicht sehr weit davon entfernt — 1 km nordöstlich — auf der rechten Seite des Lauratales, das hier in das Schussental mündet, befindet sich in gleicher Höhe ein ähnlicher Aufschluß. Die scheinbar horizontale Nagelfluh ist bedeckt von undeutlich geschichtetem Kies, vermischt mit Moränenmaterial. Die Stelle ist ein Stück westlich unterhalb der Ruine Wildenegg.

Sowohl ihrer übereinstimmenden Niveaus, als ihrer sonstigen Beschaffenheit nach, gehören die beiden Nagelfluhbänke zusammen in eine ältere als die Würmeiszeit, von deren Moränen sie bedeckt sind. Durch ihre Festigkeit einerseits und den Grad der Verwitterung andererseits unterscheiden sie sich wesentlich von den Kiesen, welche beim Rückzug des Würmgletschers abgelagert wurden. Diese Rißschotter („Haßlachwaldkiese") in 560 m Höhe, bezogen auf das nächstliegende Vorkommen des jüngeren Decken-

schotters auf der Ringgenburg in ca. 700 m Höhe, ergeben für die Erosion während der Mindel-Riß-Interglazialzeit und der Rißeiszeit ca. 140 m (s. Abb. 1).

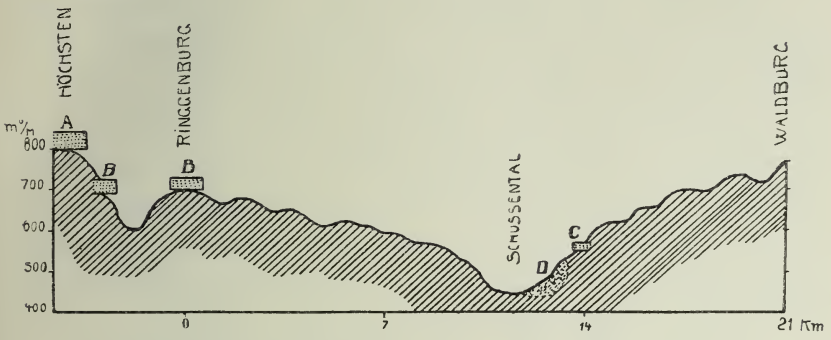


Abb. 1. Querschnitt durch das Schussental:
A = Älterer Deckenschotter, Günzeiszeit. B = Jüngerer Deckenschotter, Mindeleiszeit. C = Schotter der Rißeiszeit. D = Deltakiese des Würmeisrückzuges.

Frisch und unberührt erscheinen die Moränen und Schotter der jüngsten Eiszeit, der

Würmeiszeit.

Das Gebiet des jüngsten Gletschers ist durch einen dichten Kranz steilkuppliger Hügel eingeschlossen.

Die Endmoräne ist, als „Jungendmoräne“ bezeichnet, auf Penck's Karte des Rheingletschers und auf S. 411 (die Alpen im Eiszeitalter) in großen Zügen beschrieben. Ferner auf den Blättern Biberach, Ochsenhausen, Saulgau, Ravensburg, Leutkirch, Isny, der geognostischen Spezialkarte von Württemberg eingezeichnet und von J. Bach in dies. Jahresh. 1869 beschrieben worden, zusammen mit jüngeren Rückzugsmoränen. Probst hat im Jahrg. 1874 der Jahreshefte diese Endmoräne nochmals eingehend beschrieben mit besonderer Betonung der Höhenverhältnisse der tertiären Unterlage.

Bemerkung: Das Blatt Biberach der geogn. Spezialkarte von Württemberg, aufgenommen im Jahre 1868 von Hildenbrand unter Prof. v. Quenstedt, brachte zum erstenmal eine Gliederung des Quartärs durch seine „Alt“- und „Jungmoränen-Darstellung“ (jetzt Riß- und Würmmoräne), wovon noch fluviatile Gerölle und Sande geschieden wurden. Noch im Jahre 1867 wurde lediglich der Nachweis eines Rheingletschers durch Entdeckung einer Endmoräne (es war unsere Jungendmoräne) Steudel's „mit freudigem Erstaunen begrüßt“ (vergl. diese Jahresh. Jahrg. 1869. S. 42), während im Jahre 1866

Steudel in dies. Jahresh. mit einem Aufsatz über die Heimat der oberschwäbischen Geschiebe als erster das Eiszeitproblem in Württemberg behandelte.

Für unsere Beschreibung der jüngsten Glazialbildungen gehen wir von der Schussenlinie (Nordsüdlinie: Schussenried—Friedrichshafen) aus, welche unser ganzes Gebiet in eine östliche und eine westliche Seite teilt. Diese Linie scheint auch dadurch zum Ausdruck zu kommen, daß der Gletscher in ihrer Richtung seine nördlichste Ausdehnung bei Schussenried erreicht. Wie wir aus der Karte ersehen, liegt die Vertiefung des Schussentales in der Stoßrichtung des Rheingletschers bei seinem Austritt aus dem Alpental. In ihr stößt der Gletscher sehr markant seine Spitze vor und lagert nördlich Schussenried seine Endmoräne ab.

Östlich davon zieht sich die Grenze des Gletschers über Winterstettenstadt, Oberessendorf, von hier ab zwischen Waldsee und Haisterkirch hindurch, über Roßberg südwärts zurück. Erst ca. 15 km südöstlich der Schussenrieder Spitze, bei Gaishaus, biegt die Moräne um; einen spitzen einspringenden Winkel bildend, wendet sie sich sogleich wieder 3 km nördlich und umsäumt einen kleinen Gletscherlappen, der in die Haidgau—Wurzacher Riedebene bis über Rohrsee und Rohrbach vordringt.

Südlich von diesem einspringenden Winkel erstreckt sich der Waldburger Höhenzug; Höhenpunkte: Waldburg 771 m, Galgenberg 776 m. Wie auch Penck (l. c. S. 411) vermutet, haben wir in diesem Rücken einen Kern Tertiärgebirge anzunehmen, der zwar vom Eis ganz überschritten wurde, aber doch verhinderte, daß das Eis gleichmäßig weit vordrang.

Der weitere Verlauf der Gletschergrenze über Arnach, Riedlings, Diepoldshofen, Willerazhofen, Herlazhofen (südlich Leutkirch), westlich Friesenhofen, westlich Rohrdorf, östlich Isny zeigt im allgemeinen südöstliche Richtung. Von hier wendet sich die Endmoräne fast direkt südlich über Hasenberg, Simmerberg, dem Westabhang des Iberg—Kugel entlang, über Ried, Pferenberg, Jungensberg, Weisach, um im Bregenzer Wald unbestimmt zu verlaufen.

Wir nähern uns hier der Schneegrenze der Würmeiszeit, welche auf 1000—1100 m ü. d. M. festgesetzt werden muß. Der Pfänder (1056 m) war noch vom Eise überflutet. Je näher wir der Schneegrenze kommen, um so schwächer wird die Schmelzwirkung, die akkumulative Wirkung des Gletschers. In der Gegend von Isny, wo das Eis auf die Molassehöhen bis gegen 1000 m gedrängt wurde,

sind kaum mehr eigentliche Moränenbildungen zu finden. Da sich das Eis bergauf bewegte, also Gegengefälle herrschte, ist auch die Entstehung fluvioglazialer Schotterfelder nicht denkbar. Die Molassehöhen weisen nur eine schwache Bedeckung auf, bestehend aus Grundmoränenlehm mit gekritzten Geschieben. In den tieferen Lagen bemerkt man zahlreiche Moränenhaufen von der Größe und Gestalt alter Grabhügel. Reichlicheres Moränenmaterial liegt im Sattel zwischen dem Molasserücken des Pfänders und des Sulzberges.

Dieses Fehlen der schüttigen Moränenkuppen veranlaßte auf Blatt Leutkirch und Isny der württemb. geogn. Karte eine Abweichung der östlichen Begrenzung des Rheingletschers in der Gegend von Isny. Es wurden hier die äußersten Reste der Jungendmoräne 4—5 km westlich Isny eingezeichnet. Diese Abweichung ist wohl verständlich, wenn man weiß, daß der Unterschied von „Alt"- und „Jungmoräne" damals in dem Maß der Verlehmung der Ablagerungen gesehen wurde. Infolge dieses Kriteriums für Alt- und Jungmoräne wurden natürlich alle Grundmoränengebiete, welche sich innerhalb der Jungendmoräne befinden, irrtümlich als Altmoräne kartiert.

In der Physikal. Übersichtskarte von Oberschwaben 1908 von Wilhelm Reinhardt, Beilage zu seiner Dissertation über Volksdichte und Siedlungsverhältnisse des württembergischen Oberschwabens, ist diese östliche Begrenzung des Rheingletschers ebenfalls ca. 6 km zu weit westlich angenommen. Der Verf. geht in dieser Abhandlung vielfach auf die geologischen Verhältnisse, die Oberflächenformen und Wasserverhältnisse ein, nimmt aber häufig veraltete Anschauungen wieder auf.

Von der Maximalgrenze des Würmgletschers kann man sich meistens leicht überzeugen. Die rötlichgelbe Rißmoräne ist wohl zu unterscheiden von dem graugelben bis graublauen Grundmoränenlehm der Würmeiszeit.

Westlich von der Schussenlinie läuft der Endmoränenwall in geschlossener Linie zunächst südlich zurück bis gegen Otterswang, wendet sich hier westlich über Renhardsweiler, Hochberg, zwischen welchen Orten eine leichte Ausbiegung nach Norden gegen Saulgau in das Schwarzachtal stattfindet. Über Frankenbuch, Heratskirch bis gegen Hoßkirch sich weiter südwestlich zurückziehend, wendet er sich nun in einem Bogen gegen Westen um Ostrach herum. Dieser Bogen läuft nun in schöner Linie ca. 8 km gegen Süden über Hahnennest, Judentenberg, westlich Pfrungen, nach dem Höchsten.

Der massive Rücken des „Höchsten“, 835 m hoch, mit dem südlich vorgelagerten Gehrenberg, 754 m, bildete einen Pfeiler, der sich dem Eisstrom hemmend entgegenstellte und denselben in zwei Zungen teilte. Es befindet sich hier der Scheitel der gesamten Eisfläche. Hier steigen die Jungendmoränen bis gegen 800 m an. Östlich und westlich von denselben rücken unsere Moränen 6—8 km nach Norden vor und enden dort in einer Höhe von 600 m. Für die beiden Zungen ergibt sich also ein Gefälle von mindestens 20 ‰. In der Hauptrichtung der Schussenlinie dagegen beträgt das Gefälle der Gletscheroberfläche nicht ganz 10 ‰.

Der Verlauf der Endmoräne westlich vom Scheitel des „Höchsten“ geht über Pfullendorf, Engen, Thaingen, Schaffhausen, ein Stück dem Rheintal entlang, dann in die Schweizer Berge zurück. Wie wir sehen, entfernt sich die westliche Hälfte der Endmoräne immer mehr von dem Austritt des Rheintales aus den Alpen; dies entspricht dem natürlichen Gefälle des Gletschers in dieser Richtung. Das badische Gebiet ist nach Penck von W. Schmidle in vorbildlicher Weise beschrieben, während sich in der Schweiz zahlreiche Geologen in die Untersuchungen teilten.

Die Jungendmoränen bilden einen weithin sichtbaren, auffälligen Wall. Auf der Strecke Ulm—Friedrichshafen durchquert ihn die Eisenbahn südlich Unteressendorf. Dieser Wall bedeutet in unserem württembergischen Gebiet mit kurzen Unterbrechungen die europäische Wasserscheide, das heißt, er scheidet die Wasser, welche dem Bodensee und damit dem Rhein zufließen, von denen, welche von der Donau dem Schwarzen Meer zugeführt werden. Durchbrochen ist dieser Wall von der Osterach bei Ostrach, von der Riß bei Winterstettenstadt, von der Roth (einem Nebenfluß der Aitrach und damit der Iller) bei Diepoldshofen. Diese nehmen ihren Anfangslauf eine kurze Strecke innerhalb der Jungendmoräne, welche sie durchbrechen, um dann nördlich, der Donau zu, zu fließen. Im übrigen bewirkte innerhalb dieses Jungendmoränen-Walles die zunehmende Austiefung des umgrenzten Gebietes gegen das Bodenseebecken die centripedale Entwässerung nach dem Bodensee als Sammelgebiet.

Die erstgenannten Flußläufe der Osterach, Riß, Roth, zusammen mit den Talbildungen der Schwarzach, des Buchauer Rieds, des Wurzacher Rieds und der Aitrach wurden von den Schmelzwassern des Würmgletschers als Abflußrinnen benutzt und mit dessen fluvioglazialen Schottern, den „Niederterrassen“, an-

gefüllt. Die Niederterrasse läßt sich am schönsten im Rißtal verfolgen bis an die Jungendmoräne heran, mit der sie durch einen fluviatilen Übergangskegel verknüpft ist.

Durch die Jungendmoräne wurden die Zungenbuchten des Rißgletschers nach Süden abgeschlossen. Es entstanden die abflußlosen Niederungen des Buchauer und des Wurzacher Rieds, welche lange Zeit ganz unter Wasser gesetzt wurden. Es muß also in diese Zeit der Beginn der dortigen Vertorfung angesetzt werden. Die Frage, ob durch die Abdämmung noch eine reichliche Pflanzendecke im Buchauer und Wurzacher Becken betroffen wurde, oder ob diese durch die klimatischen Veränderungen der herannahenden Vereisung vorher zerstört wurde, kann nur durch zahlreiche Untersuchungen der untersten Torfschichten und durch Vergleichung mit anderen interglazialen Pflanzenstätten gelöst werden.

Stationen des Eisrückzuges.

Schwankungen, welche vor dem Maximalstand des Gletschers stattfanden, können schwerlich mit Sicherheit konstatiert werden. Bestimmt aber können wir zahlreiche Stationen des Rückzuges nach dem Maximalstand feststellen. Leitend für die Feststellung eines Gletscherstandes sind in erster Linie die entsprechenden Moränen. Ebenso leitend und oft zuverlässiger sind die „Flanken"- und „Peripherietäler", welche die Moränen am Außensaum, bezw. den Eisrand als Schmelzwasserrinnen begleiten. Der Zusammenhang dieser Rinnen, die für ihre heutige Wasserführung viel zu groß sind, ist meist leichter zu erkennen, als die in einzelne Kuppen aufgelösten Moränenzüge.

Auf seiner Karte des Rheingletschers hat Penck in einem Abstand von 10—20 km innerhalb der Jungendmoräne eine erste Rückzugsmoräne eingezeichnet als „Innere Jungendmoräne" (l. c. S. 413).

I. Phase nach dem Maximalstand.

Zwischen dem äußeren Wall und der Inneren Jungendmoräne Penck's ist aber ein geschlossener Endmoränenwall nicht zu verkennen. Es ist der Höhenzug, welcher parallel dem äußeren Roßbergstrang folgt und von diesem durch ein Tal getrennt ist. Er verläuft von Ost nach West über Egg bei Wittschwende, Engetsweiler, Abetsweiler, Volkertshaus, Frauenkapelle bei Waldsee, Steinenberg, Hagnaufurt, Hervetsweiler, Olzreute, Schussenried, über Ziegelhütte der Burg bei Otterswang zusteuernd. Das außerhalb laufende Eisrandtal, zum Teil Trockental, zwischen Forst- und Roßberg mit

einem Ried erfüllt, von Station Roßberg bis Waldsee von der Eisenbahn benützt, erhöht das Relief der Moränenwälle. Dieser äußersten, kräftigen Moräne des stationären Zustandes der ersten Rückzugsphase folgen nach innen zwei deutliche Hügelzüge. Diese I. Rückzugsphase läßt also hier bei der Schussenzunge sogar drei Stirnmoränen unterscheiden. Auf der Moräne des 2. Standes liegen Lippertsweiler, Kürnbach, Schussenried-Station, Lufthütte. Der 3. Stand ist am besten erkenntlich bei Elchenreute, Haslach, Schwaigfurth. In der Rinne zwischen dem 2. und 3. Stand liegt Laimbach.

Westlich der eigentlichen Schussenzunge ist die Moränenbildung über Ebersbach, Luditsweiler, Hirscheck, Eichstegen, Unterwaldhausen, Riedhausen, Königseggwald nicht mehr so einheitlich. Es zeigt sich zwar auch eine Teilung in mehrere Gletscherstände, aber eine starke Lappung des Gletschers macht sich geltend. Beim 1. Stand wurde die Molassehöhe „Schloß Königsegg“ gerade noch bedeckt, während zu beiden Seiten der Gletscher weiter vordrang; östlich erfüllte er die Niederungen bis zum Booserried, westlich drang das Eis über Königseggwald gegen Ostrach vor. Beim 2. Stand wird die Höhe Schloß Königsegg und die Ringgenburg eisfrei.

Weiter ziehen Moränen dieser Phase im Osten über den Rücken der Waldburg. Wenn auch der Waldburgrücken von den Moränen ganz überkleidet ist, so lassen sich doch zwei Hauptzüge unterscheiden, die nach Norden divergieren. Der eine zieht sich von der Waldburg gegen Wittschwende-Egg und tritt also mit dem beschriebenen Hauptwall dieser Phase in Verbindung; der andere zeigt in seiner Richtung gegen Wolfegg eine Abweichung gegen Osten, wo der weitere Verlauf verschwommen wird. Er wird dort noch am besten durch die Wälle bei Wiggenreute und östlich Kißlegg repräsentiert.

Der Gletscher dieses Standes wurde also von dem Waldburgrücken zerschnitten. Und selbst die beiden nach Norden divergierenden Ufermoränen lassen sich in zwei Unterstände scheiden, so daß wir hier vier Moränenwälle dem Waldburgrücken entlang unterscheiden können. Zwei westliche, der rechtsseitigen Begrenzung der Schussenzunge dienend, zwei östliche, der linksseitigen Grenze des Algäulappens entsprechend. Wenn es sich hier um die Vereinigung zweier Gletscherzungen handeln würde, könnte man die Waldburger Moränen Mittelmoränen nennen.

Die Schmelzwasser dieser I. Phase durchbrechen die Jungendmoräne bei Ostrach, Winterstettenstadt und bei Diepoldshofen. Dadurch wird an diesen Stellen die Wasserscheide zwischen

Donau und Bodensee von der Jungendmoräne auf die I. Rückzugsmoräne gerückt. Dies ist der Fall im Ursprungsgebiet der Osterach, der Riß und der Roth.

Interessant ist ein Aufschluß dieser Phase unterhalb Egg-Wittschwende. Steigt man von Weißenbronnen im Wolfeggerach-Tal (548 m) den Abhang gegen Egg hinauf, so trifft man auf ca. 600 m Höhe eine typische Schlammoräne zu Wegbauten aufgeschlossen. Es finden sich darin zahlreiche gekritzte und geschliffene Geschiebe. Etwas höher in ca. 630 m Höhe ist eine Schottermoräne ca. 8 m hoch angeschnitten, vornehmlich aus gewaschenem Geröll und Sandstreifen bestehend. Die etwas wirre Schichtung zeigt starkes Fallen nach Nordost. Es ist hier die Grundmoräne des Maximalstandes von der Rückzugsmoräne der I. Phase bedeckt (siehe Profil des Wolfegger Aachtales unten S. 316).

Die Laufenschwankung.

Verschiedene Erscheinungen weisen darauf hin, daß nun ein großer Eisrückzug erfolgte, so daß die Landschaft wieder der Einwirkung der Atmosphärilien freilag. Bäche und Flüsse, die sich in den Moränenboden einarbeiteten, lagerten das Material als gewaschenes und gerolltes Kies wieder ab. Pflanzen und Tiere besiedelten das Land.

Zeugen einer eisfreien Zwischenzeit sind:

a) Bedeutende, von Moränen überdeckte Schotterablagerungen; die Kiesschichten sind stark gepreßt, bisweilen auch zu Nagelfluh verkittet. Sie reichen bis an den Bodensee. Nördlichstes Vorkommen bei Weingarten, südlichstes bei Lindau.

b) Vorkommen von Pflanzen- und Tierresten in dem Moränenmaterial.

c) Oberflächenformen, welche am besten als subglaziale Gebilde des neuen Vorstoßes über eine inzwischen stark erodierte Landschaft erklärt werden.

Daraus ergibt sich für unser Gebiet eine bedeutende Schwankung. Sie mag derjenigen entsprechen, welche Brückner im Salzachgebiet als „Laufenschwankung“ erwähnt und welche von Penck im Inntal als bedeutende Schwankung nach dem Maximalstand konstatiert wurde.

Zu a): 1. Kiesgrube im oberen Lauratal gleich unterhalb Schlier, rechts am Weg nach Weingarten. Höhe 560—570 m. Grobe

Kiese bis Faustgröße wechsellagernd mit einigen Sandbänken. In den obersten Schichten ist das Material am gröbsten, gekritzte Geschiebe werden immer zahlreicher, Übergang zur hangenden Moräne. Die Kiese sind sehr fest gelagert, so daß der Aufschluß eine senkrechte Wand von ca. 10—15 m Höhe bildet. Das Liegende scheint ebenfalls Moräne zu bilden.

2. Kiesgrube auf der linken Seite des unteren Lauratales, gegenüber der Wildenegg. In der Höhe von 550—560 m sind horizontale Kiese und Sande aufgeschlossen, darüber Grundmoräne mit eckigem und grobem Material bis 587 m ansteigend. Der Übergang von den geschichteten Kiesen zur hangenden Moräne ist hier plötzlich, die Grenze scharf. Das Kies hat Eigröße und ist hier von zahlreichen Sandbänken durchzogen. Der glimmerarme Quarzsand wird nach unten sehr fein und läßt sich schwer von Tertiärsand unterscheiden. Auch talabwärts ist dieser feine Sand durch Fuchsbauten nachweisbar, jedoch nur über der 540 m-Kurve. Unterhalb dieser Kurve haben wir einen steilen Tertiärhang bis zur Tiefe von 490 m, wo in schmalem Tale die Scherzach fließt.

3. Kiesgrube auf der rechten Seite des Zundelbaches, einem rechtsseitigen Zufluß der Scherzach. In der Bachsohle gibt die 540 m-Kurve die obere Grenze des Tertiärs an. Dann folgt 3 m gelblicher Moränenlehm mit Geschieben, darüber mindestens 5 m mächtig gewaschener Kies und Sand. Das Ganze überlagert und überrutscht von schüttiger Moräne mit eckigem und gekritztem Material bis zur Höhe von 580 m.

4. Zwei riesige Materialgruben haben wir im Knollengraben bei Ravensburg in der Höhe von 540—570 m. Ca. 30 m hohe, senkrechte Kieswände zeigen horizontale Schichtung. Zu unterst ist ein feiner Sand, bald Pfohsand ähnlich, bald mehr lehmig werdend und dann seiner Konsistenz nach eher dem Grundmoränenschlamm sich nähernd, als tertiärem Pfohsand; er enthält kleine Gerölle. Nach oben wird der Sand gröber und die Sandschichten werden überhaupt seltener. Es folgt Kies mit durchschnittlich Eigröße. Die Eierkiese werden von gröberen Bänken durchzogen (Faustgröße), welche nach oben zunehmen und schließlich mit Moränenmaterial sich mischen. Die hangende Moräne rutscht häufig über die Kiese herab, daher die großen Blöcke auf dem Boden der Kiesgrube. In dem Acker über der Grabherr'schen Kiesgrube befindet sich eine Grube, in welcher das Moränenmaterial ausgebeutet wird.

5. Kiesgrube bei Hinzistobel, am Weg nach Schornreute—

Ravensburg, in 550—560 m Höhe. Untere Schicht ca. 5 m Sand mit wenig Kies, je tiefer, desto feiner. Darüber ca. 10 m Kies, zum Teil zu Nagelfluh verkittet, von Moränenmaterial überlagert.

1., 2., 3. gehören dem Talsystem der Scherzach an, 4. und 5. dem Flattbachtal bei Ravensburg.

6. An der Steige nach Laimnau im Argental tritt zutage: oben schlammige Moräne mit Bändertonen und mit sehr wenig gekritzten Steinen, etwas tiefer schauen Nagelfluhbänke aus der Halde heraus (ca. 480 m ü. d. M.) und wieder tiefer ist Grundmoräne mit reichlich gekritzten Geschieben zu bemerken.

Dasselbe ist nördlich Wellmutsweiler aufgeschlossen.

Die Kiese befinden sich hier an der Argen wie in den obigen Fällen in bedeutender Höhe über den Tälern, deren Systemen sie zweifellos angehören.

7. In seinen Untersuchungen über das Argental schreibt Prof. K. Miller[1], daß bei Bauten in dem Seengebiet südlich der Argen häufig unter dem Grundmoränenmaterial, aus welchen die Drumlin bestehen, eine Nagelfluhdecke zutage trat und spricht die Vermutung aus, daß diese verfestigte Schotterdecke unter den Drumlin durchziehe.

Grundmoräne im Liegenden der meistens horizontal geschichteten Kiese und Sande von beträchtlicher Mächtigkeit, darüber eine Moränendecke, ist vermutlich das Profil aller unserer diesbezüglichen Vorkommnisse.

Liegende Grundmoräne ist auch bei 4. und 5. zu vermuten. Weiter hinten im Flattbachtal haben Grabungen zu einer Quellsammlung in 530 m Höhe dies bestätigt. Das Hervorbrechen der überaus starken Quellen über dem Flattbachweiher ließ undurchlässiges Grundmoränenmaterial darunter vermuten. Die Kiese im Hangenden der Quellhorizonte sind zum Teil zu Nagelfluh verkittet.

8. Kiesgrube bei Reuttin, rechts vom Mühlebach; eine 10—14 m mächtige Geröllschicht, mehr durch Pressung als durch Bindemittel befestigt, ist überlagert von 2—3 m Sand und Gerölle mit gestauchten Schichten. Darüber ist die Grundmoräne ebenfalls 2—3 m mächtig. Die Oberfläche liegt 460 m ü. d. M.

9. Die Kiesgruben von Vosseler und Nostiz bei Mozach zeigen ein ähnliches Profil. Die Sohle liegt 458 m ü. d. M., eine 10 m mächtige Nagelfluh mit größeren Geschieben ist überlagert von 3 m

[1] K. Miller, Das untere Argental. 1885. S. 5.

schlickigem Sand und einer ebenso starken Kiesschicht. Darüber ist die Moräne bis zu 5 m Mächtigkeit aufgeschlossen.

10. Kiesgrube weiter nördlich, unterhalb der Schneidmühle, Sohle 468 m ü. d. M. Die grobe Nagelfluh von ca. 10 m Mächtigkeit enthält hier zahlreiche Blöcke. Darüber ruht 7 m Grundmoräne; keine Sand- und Geröllschicht dazwischen.

Bei den Kiesgruben 8., 9., 10., welche von Kinkelin[1] aufs genaueste beschrieben und abgebildet wurden, sind die unteren Schichten nur in einzelnen Partien verkittet. Dieselben sind mehr durch Druck als durch Bindemittel verfestigt. Wir ersehen aus der Höhenlage der einzelnen Profile und aus der Größe der Gerölle, daß es sich um Ablagerungen handelt eines von Nord nach Süd, d. h. eines dem See zufließenden Wassers. Ob es der Mühlbach ist, der in dem Weiher nördlich Weißenberg entspringt und bei Äschach-Lindau in den Bodensee mündet, ist zweifelhaft. Aufschlüsse weiter östlich und weiter westlich fehlen allerdings. Bei der Ausdehnung und Mächtigkeit der Ablagerungen ist auf eine größere Talbildung zur Zeit der Ablagerung zu schließen.

Zu b) Der Kaibacheinschnitt ist ein früher bekannt gewordener Aufschluß (bei dem Bahnbau Kißlegg—Wangen). Es ist ein Durchstich der „Inneren Jungendmoräne"; gepreßte Grundmoräne war von schüttiger Moräne überlagert. Die Zwischenschicht bildete ein gestauchtes Tonlager (nach Berichten von O. Fraas in den Begleitworten zu den Blättern Leutkirch und Isny der geogn. Karte, 1882, S. 16, und mündlichen Mitteilungen von Baurat Dittus in Kißlegg). Es fanden sich in der untersten Schichte der hangenden Moräne zwei Stangen des Renntiers mit dem Schädel (*Rangifer tarandus* L.) und ein 30 cm langer Stoßzahn eines jungen Mammut (*Elephas primigenius*). Die sandig-lettige Zwischenschicht enthielt vertorfte Reste von Pflanzen. Es war jedoch bei den durch Rutschungen stets unklaren Verhältnissen nicht ausgeschlossen, daß die Torfspuren aus dem anstoßenden Torfeinschnitt verschleppt wurden.

Nordöstlich Sulpach bei Mochenwangen, an einem der Quellbäche des oberen Bampfen, befindet sich zwischen Bändertonen eine sandige Torfschicht von nur 10—20 cm Mächtigkeit. Aus der stark gepreßten Schicht konnten unter vielen Schneckentrümmern herausgebracht werden die Schalen von:

---

[1] Kinkelin, Der Boden von Lindau im Bodensee und Umgegend. Schrift. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees 1907.

Hyromia hispida L.
Pupilla muscorum Müll.
Sphyradium edentulum Drap.
Vertigo genesii Gredler
Clausilia corynodes Held
Succinea oblonga Drap.
Limnaea stagnalis L.
Limnaea truncatula Drap.
Planorbis glaber Jeffr.
„ *nautileus* L.
Valvata cristata Müll. (sehr häufig)
Sphaerium corneum L. „ „
Pisidium obtusale C. Pf.

Das Resultat der Pflanzenuntersuchung kann leider noch nicht mitgeteilt werden. O. Fraas[1] gibt von der Sulpacher Fundstelle das nordische *Hypnum revolvens* Swarz an und Penck (l. c. S. 422) führt *Succinea oblonga* Drap. und *Succinea putris* L. an.

Bei Baienbach westlich Blitzenreute (Kiesgrube Steinegg) fanden sich in den gestauchten Sandschichten der dortigen Moräne Aststücke bezw. Stengel oder Wurzeln. Die größeren Stücke sind in eine Art Pechkohle übergegangen und sind von einem rostfarbigen Oxydationsring umgeben. Bestimmbar sind diese bröckligen Stücke kaum; sie zerfallen an der Luft. Ein weiteres Verfolgen der Kiesausbeute in der Baienbacher Moräne kann immerhin lohnend werden. Die Pflanzenreste finden sich an verschiedenen Stellen der großen Kiesgrube, es ist unschwer, solche zu finden.

Auffallend ist das übereinstimmende Vorkommen dieser Tier- und Pflanzenfundstellen gerade nur in der Inneren Jungendmoräne. Dies kann nicht anders gedeutet werden, als daß die Innere Jungendmoräne als Grenze der neuvordringenden Vereisung auf die inzwischen erfolgte Besiedlung des Landes anzusehen ist.

Das Gebiet der Edensbacher und Kißlegger Moore, sowie das Dornach- und das Pfrunger Ried, welche zwar innerhalb der Würmmoräne liegen, wurde von dieser Neubedeckung nicht mehr erreicht. Diese Riedflächen wurden von der Inneren Jungendmoräne nur abgedämmt und z. T. unter Wasser gesetzt, ähnlich wie das Wurzacher und Buchauer Ried durch die Würm-Endmoräne. Die ebenso schwierige wie interessante Untersuchung dieser Torfe würde über die Besiedlung während der Laufenschwankung ähnliche Ergebnisse liefern, wie die alten Wurzacher und Buchauer Torfe über die Riß—Würm-Interglazialzeit.

Baurat Dittus-Kißlegg (diese Jahresh. Jahrg. 1885, S. 306 ff.) fand unter der Torfschicht des Hahnensteiger Moores (nordwestlich Kißlegg) einen Schneckenlehm mit: *Bythinia tentaculata* L., *Lymnaea*

[1] Begleitworte zu Blatt Ravensburg und Tettnang, S. 16.

auricularia L., *Limn. peregra*, *L. stagnalis*, *Planorbis albus* M., *Pisidium obtusale* C. Pf., *Sphaerium corneum* L., *Succinea Pfeifferi* Rssm.

Zu c) In dem Gebiet zwischen Bodensee und Innerer Jungendmoräne haben wir typische Drumlin östlich der Schussen in der weiteren Umgebung von Lindau, westlich der Schussen in der Gegend von Markdorf, südöstlich des Gehrenberg. Dieselben sind vielfach erwähnt und beschrieben von Gerwig [1], Penck [2], Sieger [3], Schmidle [4], Kinkelin [5].

In der eigentlichen Beckendepression des breiten Schussentales kommen bezeichnenderweise diese Gebilde nicht vor. Im oberen Leiblachtal sind lange, niedere Hügel von 2—3 km Länge bei einer Höhe von 10—15 m (den elongated hills der Amerikaner entsprechend) zu bemerken. Dazu kommen andere Formen von weniger typischer Eigenart zahlreich vor. In Übereinstimmung mit den amerikanischen Geologen erklären sich die erwähnten Oberflächenformen, welche aus Grundmoränenmaterial bestehen, als Gebilde subglazialer Entstehung.

Nur so kann auch die Oberflächenstruktur des schwachbedeckten Tertiärlandes östlich der Schussen erklärt werden, wenn man annimmt, daß sich in der eisfreien Zwischenzeit wie heute zahlreiche kleine Erosionstäler in N—S-Richtung in das Tertiär eingesägt haben; z. B. als Gefällsflüßchen zu dem Quertal von Taldorf—Oberteuringen und dem von Rolgenmoos—Urbanstobel. Das vordringende Eis hat diese Richtungstälchen ausgeweitet, und die dazwischen stehenden Zwickel gaben Anlaß zur Bildung der länglichen, flachen Hügel. Muldenförmig ausgeweitete Tälchen, durch lange, flache Hügel voneinander getrennt, durchziehen nun die Landschaft und geben ihr das eigenartige Gepräge.

Dadurch, daß die unter a) beschriebenen Zwischenschotter der Laufenschwankung noch südlich der Drumlinzone (bei Lindau) gegen

---

[1] Gerwig, Das Erratische in der badischen Bodenseegegend. Verh. d. naturw. Ver. Karlsruhe 1871.

[2] Penck und Brückner, l. c.

[3] R. Sieger, Zur Entstehungsgeschichte des Bodensees. Richthofen-Festschrift 1893.

[4] W. Schmidle, Zur geolog. Geschichte des nordwestl. Bodensees bis zum Maximalstand der Würmeiszeit. Schrift. d. Ver. f. Geschichte d. Bodensees 1906, S. 71—122. — Ders., Über den Rückzug des Würmgletschers im nordwestl. Bodenseegebiet. Centralbl. f. Min. etc. 1907.

[5] Kinkelin, Der Boden von Lindau im Bodensee und Umgegend. Schrift. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees, 1907.

den Bodensee zu entwickelt sind, wird allerdings der kurze Hinweis von Penck hinfällig (l. c. S. 413 ff.), wonach es sich bei der Drumlinzone vielleicht um die deformierten Moränen des südlichsten Eisstandes der Laufenschwankungen handeln würde.

Obige Beobachtungen, beschrieben unter a), b), c), weisen darauf hin, daß der Eisrückzug weit beträchtlicher war, daß das Gebiet bis zum Bodensee längere Zeit eisfrei war und nach diesem hin entwässert wurde.

Wenn dieser Eisrückzug, äquivalent der von Brückner und Penck im Salzach- und Inngletschergebiet beschriebenen Schwankungen, Laufenschwankung genannt wird, so bleibt hier wie dort die Frage über die Dauer und Ausdehnung dieses Interstadiums offen. Dieser Punkt, wie weit das Eis in das Alpental sich zurückzog und das Land der Rückeroberung durch die Pflanzen- und Tierwelt unterlag, kann im Alpenvorland nicht klargestellt werden. Penck ergreift in der Schlußlieferung zu seinem Werk, Heft 11. 1909, S. 1165, 1167 usw. nochmals das Wort über das Verhältnis dieses Interstadiums zur Würmeiszeit selbst, den endgültigen Entscheid darüber zukünftigen Untersuchungen überlassend. Ich möchte nur darauf hinweisen, daß in neuerer Zeit Schweizer Geologen [1] für die Deutung einer Interglazialzeit nach dem Maximum der Würmeiszeit Beweise zu erbringen und damit dem Wiedervorstoß die Bedeutung einer 5. Eiszeit beizulegen suchen.

Die Innere Jungendmoräne.

Die Wiederbedeckung mit Eis schritt vor bis zu jenem Grenzwall, der von Penck als Innere Jungendmoräne verzeichnet wurde. Es fehlt die Kraft des früheren Vorstoßes; mehr und mehr folgt das Eis den natürlichen Gefällsverhältnissen seiner Unterlage. Besonders schöne, kräftige Endmoränen haben wir deshalb in den tiefliegenden Zungenbecken des westlichen Bodenseegebietes. Zwei kräftige und eine schwächere Stirnmoräne auf engem Raum begrenzen dort die Zungen nach außen (s. Schmidle, Über den Rückzug des Würmgletschers im nordwestlichen Bodenseegebiet. Centralbl. f. Min. etc. 1907); im Thurtale bei Andelfingen, im Rheintale bei Etzwilen westlich Stein, im Radolfzeller Seetal bei Singen, im Überlinger Seetal bei Wahlwies, im Salemer Tal bei Taisersdorf. Quer über das Schussental zwischen Mochenwangen und Aulendorf sind

[1] F. Mühlberg, Der Boden von Aarau. Festschrift 1896.

die einzelnen Wälle der Inneren Jungendmoräne dicht zusammengedrängt und zu einem 5 km breiten mächtigen Wall verwachsen. Im hochgelegenen Pfrunger Ried (Rotachtal) ist diese Endmoräne bei Wilhelmsdorf nur schwach; ebenso kann sie gegen das ansteigende Algäu nicht immer mit völliger Sicherheit festgestellt werden.

Wir sehen also in den tiefgelegenen Zungenbecken die Hauptlinien oder Zweige der radialen Ausbreitung. Die Gliederung des Rheintalgletschers mit dem Bodensee als Zentraldepression und den obigen Zungenbecken als Teildepressionen tritt deutlich hervor. Da dieser Gletschervorstoß, nach den Ablagerungen zu schließen, von sehr langer Dauer ist, so ist ihm für die Gestaltung der Zungenbecken zu Zweigbecken und ihre Beziehung zum Bodensee als Stammbecken große Wirkung zuzuschreiben. In den Zweigbecken ist das Eis weit mächtiger als auf den dazwischen hoch ansteigenden Rieden, die lebendige Kraft des Eises also auch viel größer.

Das Schussental mit seinen Kiesen der Laufenschwankung wurde vollständig ausgeräumt. Eine Bohrung im Schussental beim Bürgerlichen Bräuhaus (450 m ü. d. M.) in Ravensburg ergab unter 13 m fluviatilen Kiesen und Sanden jüngeren Alters eine 24,5 m mächtige Moränenschicht, bestehend aus zähem Lehm mit Geschieben und einzelnen größeren Blöcken. Dazwischen gelagerte, festgepreßte Kies- und Sandschichten sind von geringer Stärke und können deshalb nicht als Laufen-Zwischenschotter in Betracht kommen. Das Liegende bildete frischer, blaugrauer, glimmerreicher Sand der oberen Süßwassermolasse mit Steinkrusten und Sandsteinbänken. 3—4 km nördlich davon, in Weingarten, hat die Bohrung bei der Schatz'schen Fabrik (in 475 m Höhe) unter 12,7 m jüngeren Kiesen und Sanden eine 8—9 m mächtige zähe Grundmoränenschicht mit nur geringen Kies- und Sandschmitzen ergeben; tiefer kam blaugrauer, fester Sand der oberen Süßwassermolasse. In der Sohle der Moräne fand sich ein Stück Braunkohle (Stamm), stark pyritisiert und von der Pechkohle, welche in der Oberen Süßwassermolasse unserer Gegend in zahlreichen Schmitzen vorkommt, nicht zu unterscheiden. Von moränenbedeckten Zwischenschottern ist also an keiner der beiden Stellen die Rede. Vielleicht ist dadurch der auffallende Schotterreichtum der äußeren Wälle dieses Vorstoßes zu erklären; man glaubt manchmal, diese bestünden zu ihrem größten Teil aus gerollten Kiesen und Sanden.

Der blaugraue Tertiärsand der Bohrung ist so frisch, wie wir ihn nie an alter Oberfläche finden. An der Oberfläche nimmt er

eine gelbliche Oxydationsfarbe an, wie sich ähnlich auch der blaugraue Geschiebelehm unter dem Einfluß der Atmosphärilien verändert. Der liegende Tertiärsand muß nach frischer Aufschürfung durch den dichten Geschiebelehm nach oben abgeschlossen worden sein. Die Moränenschicht war in Weingarten 1 m tief gelblich gefärbt.

Ein solches Bohrprofil im eigentlichen Depressionsgebiet läßt keinen Schluß auf die Zahl der Zungenvorstöße und der damit verbundenen Ablagerungen zu; aber es zeigt unzweideutig die Erosionswirkung des Gletschers in den Hauptzweigen seiner Ausbreitung.

Damit übereinstimmend treffen wir in der Stirnmoräne der Schussenzunge und zwar, wo sie aus mehreren Wällen besteht, in dem innersten derselben, einen ausschlaggebenden Anteil der Sande und Mergel unserer Oberen Süßwassermolasse an dem Moränenmaterial. Dies hat dazu geführt, daß auf der Geognostischen Spezialkarte von Württemberg, Blatt Ravensburg, 1882, verschiedene Moränenaufschlüsse als Tertiär gedeutet wurden und dementsprechend die Grenze des letzteren nicht immer richtig kartiert wurde. Eine solche Stelle bietet die rechte Seite der Wolfegger Aach, am Waldabhang über dem Stöcklerhof, nordöstlich Baienfurt. Unregelmäßig geschichtete Tertiärsande mit nur wenigen Geröllen in einzelnen Bänken (es fand sich beim Graben ein größeres, eckiges Stück Flysch mit Fukoiden) bildet dort das Moränenmaterial. Diese Ablagerung geschah jedenfalls durch Zusammenschiebung des vor und unter dem Eise liegenden Tertiärmaterials. Anstehendes Tertiär ist wohl in nicht zu großer Tiefe zu suchen. An einem anderen Orte, gleich rechts oberhalb der Station Mochenwangen, ist Tertiär dem Abhang entlang bis gegen Durlesbach verzeichnet. Nur an einem Punkte, gegenüber der Papierfabrik, konnte ich mit Bestimmtheit das Tertiärgebirge feststellen. An den anderen Stellen der linken Seite des Schussentobels fanden sich, wenn auch selten, Gerölle in dem Mergel eingeknetet. In den Belegstücken zu Blatt Ravensburg, 1882, welche sich in Tübingen befinden, ist eine solche Probe vom Schussentobel als Geschiebemergel oder Tertiär? noch aufbewahrt. Es liegt auf der Hand, daß man mit dem Unterscheiden in vielen Fällen schwer tut. „So greifen bei Springen (südöstlich Mochenwangen) gewaltige Sandmassen bis zur Höhe hinauf. Auf den ersten Blick für Tertiär gehalten, entpuppen sie sich als geschiebeführend, d. h. als Glied der Moräne, und stellen sich in eine Kategorie mit den Sanden nördlich Wangen, wie sie die Eisenbahn erschlossen hat. Darüber, gegen die Seen, Weiher und Moore hin, bestehen die ab-

gerundeten Kiesbückel aus zartem Kies mit Sandschlingen," schreibt O. Fraas in den Begleitworten zu Blatt Ravensburg und Tettnang, S. 14.

Der plötzliche Abschluß des Schussenbeckens nördlich Mochenwangen, Steilanstieg von 460 m ü. d. M. auf 560—580 m, nur vom engen Schussentobel durchbrochen, besteht durchaus nicht in einem Steilhang des Tertiärs, wie es den Anschein hat. (Dies ist auf der rechten Schussenseite bei Blitzenreute der Fall, wo das Tertiär rasch auf 575 m sich erhebt.) Es ist vielmehr das Material der Stirnmoräne 60—80 m mächtig. Das Tertiär steigt bis Durlesbach kaum auf 500 m an und tritt nördlich davon, also höher gelegen, nirgends mehr zutage. Bei den in diesem Herbst und Winter für das zweite Bahngeleise vorgenommenen Bauten konnten die Verhältnisse des Schussentobels genau verfolgt werden.

Auf der Ostseite des Schussenbeckens steigt die Ufermoräne bei Waldburg immer noch auf ca. 750 m an. Sie zieht sich übrigens ganz am Fuße des eigentlichen Waldburgrückens, östlich den Ortschaften Sieberatsreute, Greut, Wetzisreute, auf dieser Strecke durch das Mosertal, ein typisches Trockental, von der Waldburger Höhe getrennt, hin. Ein zweiter Zug verläuft parallel, westlich von den Ortschaften Sieberatsreute, Greut, Wetzisreute, Oberankenreute, welche in der Zwischenrinne liegen. Dieser zweite Rücken läßt sich auch noch weiter südwärts bis Bodnegg verfolgen.

Ein dritter Gletscherstand ist durch die unterbrochenen Hügelzüge und Kuppen bei Albisreute, Gessenried, Zundelbach, Rößler, Neuhaselhaus, Butzenberg, Köpfingen erkenntlich.

Ein vierter Stand ist durch den Haslachwaldstrang am besten angegeben, weiter über Nessenreben, Briach, Kikach verlaufend.

Der weitere Verlauf des Hauptmoränenzuges über Oberankenreute—Hintermoos ist weniger bestimmt durch seine geschlossene Form als durch das Schwarzenbachtal, das als Flankental von Hintermoos gegen das Wolfegger Aachtal hinzieht und nördlich der Aach durch die Riedsenke bei Gambach, Gwigg, Dinnenried, Gaisbeuren sich fortsetzt. Der Zusammenhang dieser Rinne, heute durch das Wolfegger Aachtal unterbrochen, ist klar, wenn wir das ursprüngliche Gefälle dieser Eisrandrinne verfolgen. Da zwar das Schwarzenbachtal gegen das Wolfegger Aachtal sich seither bedeutend vertieft hat, jenseits aber zwischen dem Aachtal und dem Dinnenried eine Verbindung vollständig zu fehlen scheint, so könnte der Zusammenhang der Talbildungen in Frage gestellt werden, wenn nicht gerade in der Nähe des Weges, der vom Aachtal nach Bergatreute führt,

auf der ebenen Hochfläche eine Kiesplatte im Felde sehr schön aufgeschlossen wäre (85 m über der Wolfegger Aach) und uns so den Zusammenhang diesseits und jenseits der Aach vermittelte. Es läßt sich hier das rechte Flankental der Schussenzunge ca. 20 km weit verfolgen, obwohl es heute hydrologisch in eine Anzahl Stücke zerfallen ist. Gefälle des Flankentales: von Waldburg bis Wetzisreute stark 16 ‰, von dort bis Oberankenreute—Hintermoos 7 ‰, von Oberankenreute bis zur Kiesplatte bei Bergatreute 4 ‰, weiter bis Gaisbeuren $3^2/_3$ ‰. Das hohe Gefälle, mit dem es beginnt, nimmt rasch ab, um auszuklingen in den Riedflächen westlich Steinach bei Waldsee. Diese letztgenannten sowie die Riedflächen bei Aulendorf und Schussenried wurden damals mit Wasser angefüllt und standen im Zusammenhang. Es sind in diesen Niederungen bis heute noch eine große Anzahl Seen erhalten. Die gestauten Wasser durchbrachen an verschiedenen Stellen die Moränen der I. Phase, um den alten Durchfluß bei Winterstettenstadt zu benützen. Ein altes Durchflußtal geht um den Michelberg bei Waldsee herum auf Oberessendorf zu; es ist ein langes Tal, in der Hauptsache ein Trockental, das auch von der Landstraße Waldsee—Oberessendorf eine große Strecke weit benützt wird. Niedere Terrassen ziehen sich hier wie im alten Rißbett in das Jungmoränengebiet herein. Diese Kiesverschüttungen, welche den Oberlauf der Riß noch weit in das Jungmoränengebiet hinein begleiten, also jünger sind als die Niederterrassen (letztere lehnen sich an die Endmoränen an und überragen oft recht beträchtlich den jetzigen Fluß), wurden schon von E. v. Koken erwähnt (v. Koken: Löß und Lehm in Schwaben. Centralbl. f. Min. etc. 1900. II). Kiesverschüttungen dieser Art sind auch im Gebiet der Oberen Osterach zu beobachten.

Die westliche Begrenzung der Schussenzunge zeigt mehrere Moränenwälle bald weit auseinandergerückt, bald zu einem Wall zusammengedrängt.

1. Stand: südlich Aulendorf, Steinenbach, Stuben, Mendelbeuren (hier ist ein idealer Querschnitt durch die Moräne mit fluviatilem Übergangskegel vorhanden; es ist die Kiesgrube für Altshausen und Mendelbeuren, südlich Mendelbeuren), Ebenweiler, Ruprechtsbruck, Wechsetsweiler, Danketsweiler (Scheitel ca. 700 m ü. d. M.); von hier ab begrenzt die Moräne über Esenhausen, Wilhelmsdorf (612 m ü. d. M.) die Rotachzunge. Die westliche Begrenzung dieser Zunge ist beschrieben von Schmidle: „östlich Niederweiler, Tischberg, Latten, Unterhomberg, Wahlweiler". Ein Teil des Auertobels ist als Flanken-

tal anzusehen. Das Gefälle der Gletscherzunge im Rotachtal berechnet sich auf 15—20 ‰, während sich für die Zunge im Schussental wiederum nur 9—10 ‰ ergibt.

2. Stand: Brucken, Vorsee (schöner Aufschluß), Schreckensee, Möllenbronn, Frohnreute, Egg, Oberschoren, Oberwaldhausen, Bettenweiler, Ringgenweiler, östlich Hasenweiler, östlich Ringgenhausen, Wilhelmsdorf.

3. Stand: westlich Segelbach, westlich Hatzenturm, zwischen Vorsee und Häcklerweiher, Einödhof, Hof Wielatsried, Hübschenberg, Bautzen.

4. Stand: Wolpertschwende, Oberspringen, Blitzenreute, Baienbach, Mazenhofen, Sonntagen, Wilhelmskirch.

Die Endmoräne des östlichen Lappens gegen das Algäu lehnt sich zunächst von Bodnegg an gegen den massiven Waldburgrücken und weicht dann gegen Osten ab durch den schönen Wall „Langrainwald", nördlich Füglesmühle, über die Ortschaften Hannover, Amberg, Eggenreute, von wo sie sich über Sommers, Langhalden gegen Sommersried wendet und weiter über Kaibach, Ratzenried, Siggen, Weihers—Eisenharz, um östlich von Eglofs das Tal der Oberen Argen zu überschreiten. Von hier weiter ist die Innere Jungendmoräne durch M. Schmidt[1] nachgewiesen durch kiesreiche Wälle bei den Ortschaften Steinegaden, Auers, Weihers, dann über Lindenberg, Scheidegg auf die östlichen Ausläufer des Molassezuges des Pfänders hinaufziehend.

Die Schussenzunge zeigt an ihrem nördlichsten Ende einen typischen „Sandr". Derselbe ist gleich unterhalb Aulendorf zu beiden Seiten der Bahn in Kiesgruben aufgeschlossen. Die Schotter und Sandschichten zeigen schwach nördliches Einfallen, während die Schussen im entgegengesetzten Sinne durchschneidet.

Die Achenschwankung.

Schon die vier nachweisbaren Gletscherstände dieser Phase der Inneren Jungendmoränen, die mit kleinen Rückzugsetappen verbunden sind und zum Teil in ziemlichem Abstand voneinander sind (Abstand zwischen 1. und 4. Stand mindestens 5 km), zeigen, daß der Gletscher nicht mehr die Konstanz besitzt wie zur Zeit seiner

[1] M. Schmidt, Die geologischen Verhältnisse des unteren Argentales. S. 4. Sonderabdruck aus dem Bericht über die XL. Versammlung des Oberrhein. geol. Ver. Lindau 1907.

Maximalausbreitung. Das stetige Schwächerwerden der Moränen nach innen weist darauf hin, daß er sich im Zeichen des Rückzugs befindet. Ein großer Eisrückzug, in anderen Gebieten beschrieben als Achenschwankung (Penck und Brückner, l. c.), folgte nun. Das Zurückweichen des Eises um 15—20 km bis zur nächsten Endmoränen-Ablagerung war jedoch nicht ohne Stillstandslagen des Eises. Zwischenstände sind bekundet durch die Ausbildung von Eisrandrinnen, Terrassen, Delta. Dementsprechend ist der geomorphologische Effekt der Schwankung, auf das Schussental insbesondere, immerhin sehr groß. Zumal das große Rückzugsgebiet der Achenschwankung nachträglich durch das Eis nicht mehr eingenommen wurde, haben wir die Formen der Delta, Terrassen, Eiswasserrinnen zum großen Teil in unveränderter Gestalt vor Augen.

Die späteren Stände der Inneren Jungendmoränen-Phase gaben schon Randgebiete der Beckendepression frei, so daß das Wasser den Zungen zuströmte und diese umfloß. Da aber das Gebiet gegen Süden abgedämmt war, staute sich das Wasser bis zum Durchfluß nach Norden, der immerhin 550—560 m Höhe hatte. In diese Zeit fallen die Kiesablagerungen des Baches von Enzisreute und Kümmerazhofen gegen Durlesbach in 560 m Höhe, ca. 60 m über der jetzigen Mündung, in die Schussen. Siehe zwei Aufschlüsse links über der Durlesbacher Säge. Ebenso fallen die Kiesablagerungen bei Eisenfurt, in der Ebene ca. 50 m über dem Elektrizitätswerk Waldsee-Aulendorf, in diese Zeit. Es finden sich mehrere Aufschlüsse in der flachgeschichteten Ebene. Dieser Phase gehört wahrscheinlich auch die Terrasse in 560 m Höhe bei Hasenweiler, mit einer Gletscherzunge in das Urnautal bis Roggenweiler reichend, an, ferner die Terrasse um den Gehrenberg in 600 m Höhe. W. Schmidle hat diese Erscheinungen um den Gehrenberg zu seiner III. Phase gerechnet, also nach der Achenschwankung angenommen. Es ist jedoch ausgeschlossen, daß das Eis später am Gehrenberg nochmals diese Höhe erreicht hat (siehe letzte Phase im Schussental). Siehe auch Steilufer bezw. Terrassen in der Höhe von 580 und 560 m in der Gegend von Wilhelmskirch (4. Stand der Inneren Jungendmoränen).

Je mehr das Eis der Schussenzunge sich in der Beckendepression dezimierte, um so mehr strömten die Wasser von allen Seiten dem Eise zu, in das freigewordene, tiefer gelegene Gebiet. Das Wasser findet zum erstenmal seinen Abfluß nach Süden bezw. Südwesten, als das Urnautal eisfrei wurde. Der damalige Eisrand entspricht ungefähr den Abflußrinnen, welche Penck in seiner Karte

des Rheingletschers als „ältere Abflußrinnen der Eisseen“ eingezeichnet hat. Dies wäre westlich der Schussen von Ravensburg über Eschau, Rolgenmoos, Fuchstobel, Urnau; auf der östlichen Schussenseite hauptsächlich an das Flattbach- und an das Schwarzenbachtal gebunden in südöstlicher Richtung Wangen zu. Während Penck nun diese Eisrandlage, welche durch die auffallenden Rinnen auf den Riedeln sicher bestimmt ist, quer über das Rotachtal bei Fuchstobel, über das Schussental südlich Ravensburg, über das Schwarzenbachtal südlich dem Rolgenmoos, etwa bei Prestenberg, über das Argental bei Pflegelberg als stauende Eisriegel und davor Stauseen einzeichnet, so halte ich dies für undenkbar. Die bloße Betrachtung, daß das Eis östlich der Schussen Höhen bis 600 m blockiert hielt, westlich der Schussen aber mindestens noch auf 520—530 m anstieg, aber quer über das Schussental südlich Ravensburg (Talsohle 420—430 m ü. d. M.) plötzlich abbrechen sollte, führt zur Verneinung der Penck'schen Annahme. M. Schmidt kommt schon in seinen Untersuchungen über „Die geologischen Verhältnisse des unteren Argentales“ auf eine Unstimmigkeit mit Penck und bemerkt darüber S. 5: „Ich stimme, was die Lage des Eisrandes dieses Rückzugsstadiums in dem wichtigen Zweigbecken der Schussen anlangt, nicht ganz mit Penck überein, der ihn erst ein gut Stück südlich von Ravensburg das Tal durchziehen läßt. Wohl sind bis an diese Stelle lakustrine Sedimente vorhanden, aber sie gehören einer späteren Stauung in demselben Talbecken an. In der Etappe, die uns hier beschäftigt, dürfte der Gletscher mindestens bis Ravensburg, vielleicht noch erheblich weiter nach Norden das Zweigbecken erfüllt haben.“ Nach den bisherigen Erfahrungen über die Eisverbreitung mußte aber gerade in diese hindernislosen Niederungen das Eis seine Zungen noch vorsenden, als es auf den höheren Riedeln zu beiden Seiten schon weit zurückgewichen war. Was das Schussental betrifft, so gaben die Deltaaufschüttungen bei Ravensburg, Weingarten und Baienfurt in durchschnittlicher Höhe von 500 bis 520 m die Veranlassung zur Annahme eines Schussensees. Diese Bildungen fanden aber in einem Eisrandgewässer, welches der Schusseneiszunge entlang die Depression erfüllte, statt. Die Aufschüttung setzte ein, als das Wasser zum erstenmal seinen Abfluß nach Westen fand zwischen dem Gehrenberg und dem Höchsten hindurch (Stauseen im Frickinger Tal in 490 m Höhe nach W. Schmidle) und damit sein Spiegel plötzlich auf 525 m gesunken war. Nun strömten die Wasser mit starkem Gefälle dem Schussental zu und

führten massenhaft Schutt herbei. Die Mächtigkeit der aufgeschütteten Schotter und Sande beträgt ca. 50 m.

In ihrer Gesamtmächtigkeit aufgeschlossen sind sie nur in Ravensburg (die Nordwestseite des Deltas), wo die großartige städtische Kiesgrube jedem Besucher ins Auge fällt. Zu unterst sind 5—10 m nahezu horizontale Schichten von Sand und feinerem Kies; dazwischen befinden sich Schichten von Grundmoränenmaterial, welche einwärts auskeilen. Grundmoräne bildet auch das Liegende der Kiesgrube; die Moräne steigt gegen Osten stark an. Darüber lagern Schotter von wechselnder Neigung, die oberen fallen 20—30° nordwestwärts ein. Die Verknüpfung von Moräne mit den geschichteten, lakustroglazialen Gebilden durch gegenseitige Verzahnung oder Verkeilung der unteren, horizontalen Schichten zeigt, daß zur Zeit der Ablagerung eine Eiszunge im Schussental mit ihrem östlichen Rand bis an das Delta heranreichte.

Am Delta der Scherzach bei Weingarten und dem der Wolfegger Aach zwischen Baienfurt und Baindt sind mehrere, aber kleinere Aufschlüsse. Dieselben zeigen beim letzteren, dem Annaberg-Delta, eine Verfeinerung der Sedimente gegen Norden. Hier bemerken wir auch Grundmoränenmaterial dem Fuße des Deltas in verschiedener Höhe angedrückt.

Am großartigsten entwickelt ist zweifellos das Delta von Ravensburg. (Es wurde auch von den Mitgliedern des X. Deutschen Geographentages 1893 besucht und in dem Anhang über die Verhandlungen von Penck kurz beschrieben.) Durch den Flattbach abgelagert, der direkt vom Gletscher gespeist wurde — Eisrand bei Gornhofen —, wurde das Delta später durch diesen Bach mitten durchschnitten. Die linke Seite der Deltaebene trägt die Veitsburg, das Stammschloß der Welfen, und ist weithin sichtbar. Die rechte Seite ist durch die beschriebene Kiesgrube angeschnitten. Der 15—20 m tiefe Sattel, welcher die Veitsburg von der St. Christinahöhe trennt, mag eine der Zweigrinnen des Deltas darstellen.

Die dahinter ansteigende Höhenfläche St. Christina—Molldiete macht den Eindruck einer durch den letzten Vorstoß in Flachhügelland verwandelten, älteren Deltaebene. Haben wir hierin vielleicht die Deltaebene der Laufenschwankung, den hochgelegenen Kiesmassen im Flattbachtal (siehe Laufenschwankung) entsprechend, zu sehen? Die Abböschung der Hochfläche gegen das Schussental, etwas flacher und verwaschener als bei der Veitsburg, spricht sehr

für die Vermutung. Damit hätte auch die auffallende Verengung des Schussentales bei Ravensburg ihre Erklärung gefunden. Ein sorgfältiges Beobachten der Aufschlüsse bei Bauten kann hier Sicherheit bringen. In der Tat zeigen gelegentliche Aufschlüsse an der Böschung einen lehmigen Schotter. Daß Schotter das Wesentliche des Materials ausmachen, zeigt auch der dortige Rebbau.

Was das Ravensburger Delta noch besonders anziehend macht, das ist, daß gegen den Flattbach zurück der zugehörige alte Talboden, in Form von hoch über der heutigen Sohle vorhandenen Terrassen, sich erkennen und als organisches Ganzes mit dem Delta übersehen läßt. Am besten verfolgen läßt sich der Zusammenhang, wenn man auf dem Fahrweg nach St. Christina geht, wo man die Terrasse über den Fabriken von Degerdon und Uhl in 535 m Höhe am schönsten sieht. Östlich Ittenbeuren ist die Höhe der Terrasse 545 m. Wir erhalten für den alten Talboden ein Gefälle von 6 ‰, während das Gefälle des heutigen Flattbaches mehr als das Doppelte beträgt und deshalb von zahlreichen Fabrikbetrieben und Mühlen dienstbar gemacht wird.

Auch beim Wolfegger Aachtal sind noch einzelne schöne Terrassenstücke vom Delta aufwärts zu bemerken. Zunächst hinter und über den Höfen Kikach und Stocken im Wald über dem Fabrikkanal bis 530 m ansteigend. (Die Höfe liegen auf einer 30 m tieferen, jüngeren Terrasse.) Weiter flußaufwärts in Bonlanden, bei Ludwig's Nudelfabrik, ist eine Terrasse in 570 m Höhe mit Steilufer böschung darüber. Diese Terrasse sowie das Steilufer zeigen Tertiärgrund; es sind im Gegensatz zu dem erstgenannten Terrassenstück rein erosive Formen. Die Terrasse über Weißenbronnen („Tal" genannt), ca. 600 m hoch, ebenso wie die vollständig außer Funktion gesetzte Flußschleife wenig oberhalb, 600—610 m ü. d. M., sind vollkommen erhaltene alte Talböden. Das neue Tal bei Weißenbronnen, 548 m hoch, hat sich daneben gebildet. Es ergibt sich für den alten Flußlauf ein Gefälle von ca. 10 ‰, während das Gefälle heute mindestens 13 ‰ beträgt.

Bei den übrigen Wasserläufen, welche in engen, steilen Tertiärtobeln in das Schussental münden, konnten sich Terrassen weniger gut entwickeln; solche sind aber immerhin bisweilen zu beobachten, z. B. im Baienbacher Tobel, oberhalb der Stelle, wo das Zweigtobel nach Blitzenreute sich wendet; die Terrassenfläche liegt ca. 545 m hoch. Schwache Ansätze bemerkt man auch im Lauratal an verschiedenen Stellen.

Während also die Wasser östlich der Eiszunge, dem Rand entlang, nach Norden fließen mußten, um die Zungenspitze nördlich Mochenwangen herum, flossen sie westlich der Zunge gegen Süden zurück, um erst gegenüber Ravensburg nach Westen ins Rolgenmoos abzuzweigen. Bei Vorderweißenried und Horrach bekunden Flachhügel aus Grundmoränenmaterial einen Eisstand der Aulwanger Rinne entlang.

Mit dem weiteren Zurückweichen des Eises, das sich auf den höheren Zwischenriedeln rascher vollzog als in den Zungen, konnten die Wasser dem westlichen Rand der Schussenzunge entlang in das Theuringer Tal gelangen. Zunächst war ein Sinken der Wasserstauung auf 490—500 m die Folge. Es entstanden Einschnitte in

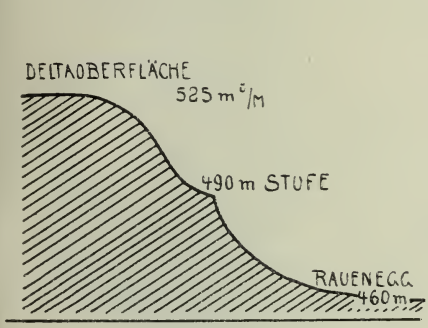


Abb. 2.
N—S-Profil des Deltaeinschnitts (rechtsseitig), „Rauenegg“ in Ravensburg.

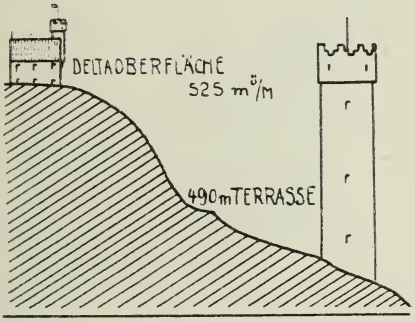


Abb. 3.
O—W-Profil des Ravensburger Deltas, linksseitige Hälfte, „Veitsburg“.

die alten Deltas, Vorlagerungen von jüngeren mit dem Niveau 490—500 m.

Der Eisrandsee auf der östlichen Seite der Schussenzunge reichte nun auch entsprechend weiter südlich, bis gegen Liebenau. Es entstand ein neues Delta, das der Schwarzach (Grenzbach), gegenüber dem Obertheuringer Abfluß. Das Delta reicht von Obereschach bis Sandgrub. Es entwickelt sich mehr in die Breite (1½ km) als in die Tiefe (½ km), wohl infolge des schmalen Raumes vor dem Eisrand. Da die Wasser des Eisrandes von dem östlichen Riedel nun bei Obereschach in das Schussental münden konnten, wurde das nördliche Flattbachtal als Eiswasserrinne außer Kurs gesetzt. Während des Stauniveaus 490—500 m wurden noch mehrere neue, kleinere Delta aufgeschüttet. Ein solches wurde abgelagert von dem Bach, der oberhalb Oppeltshofen nach Burach herabfließt.

Ein weiteres befindet sich über der Mündung des Aulwanger Tales in das Sturmtobel.

Der Büchelhof, das Sennerbad, Unterallewinden einerseits (westlich), in ca. 460 m Höhe, stehen auf einer fortlaufenden Terrasse, welche durch das darüber aufsteigende Steilufer vom Sennerbad bis Unterallewinden um so mehr hervortritt. Diese erosive Terrasse steht sicher mit der Erosionswirkung der Eiszunge in Beziehung, zumal auf dieser Seite die Wasser abflossen. Die Höhen bei Spohn's Schlößle, Elisabethenkrankenhaus, Neuburach anderseits (östlich) bilden eine ebene Terrasse in 460 m Höhe. Auf dieser Seite bemerkt man auch weiter südlich bei Torkenweiler und Oberhofen Terrassenansätze und Steilufer in verschiedener Höhe.

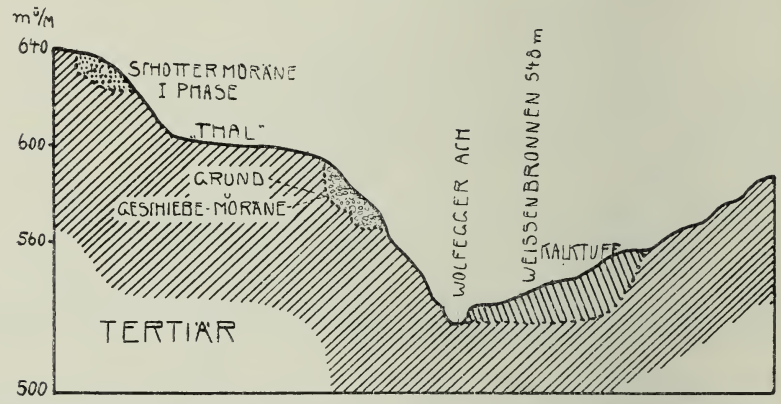


Abb. 4. Querschnitt durch das Wolfegger Aachtal bei Weißenbronnen.

Als das Schussental soweit eisfrei war, daß das Wasser den direkten Abfluß in das Theuringer Tal in 450—460 m Höhe benützen konnte, sank der Wasserspiegel rasch auf 460 m.

Am Fuße der großen Deltas Obereschach, Ravensburg, Weingarten und Baienfurt bauten sich nun niedere Kegel aus Kies und Sand bis mitten in das Tal hinein. Die Städte Ravensburg und Weingarten ruhen auf diesen Kiesschichten. In Ravensburg ist der obere Teil des Schwemmkegels zu seinem größten Teil von einem Kalktuffmantel eingehüllt, auf welchem die Oberstadt vom Ölschwang bis zum Postplatz steht.

In diesem Schuttkegel, am Fuße des Ravensburger großen Deltas, fanden sich Knochen und Zähne vom: Pferd sehr häufig (*Equus caballus* L. und *Equus* sp.? kleine Form), Mammut *(Elephas primigenius)* und Renn *(Rangifer tarandus)* oder Hirsch.

Die Kalktuffbildungen im Wolfegger Aachtal bei Weißenbronnen, der Kalktuffkegel bei der Füglesmühle südöstlich Waldburg, die Tuffablagerungen bei Ravensburg, welche alle von O. Fraas[1] als Interglazial beschrieben wurden, können nicht vor der Achenschwankung eingesetzt haben.

Im ersteren Falle, bei Weißenbronnen, lagern die Tuffe in der Hauptsache auf der heutigen Talsohle auf, während etwa 50 m höher der alte Talboden als Terrasse aus dem Beginn der Achenschwankung nachweisbar ist. Diese Tuffbildung ist also erst nach der Austiefung bis zum heutigen Talboden möglich, was nicht vor dem Ende der Achenschwankung der Fall sein konnte.

Interessant ist die Konchylienfauna dieser Ablagerung. Unter den ca. 60 verschiedenen Arten befinden sich:

Euconulus fulvus Müll.
Hyalina (Polita) nitens Mich.
„ *lenticula* Held. (*Pura* auct.).
„ *hammonis* Ström. (*radiatula* Ald.).
„ *petronella* (Chrp.) Pfr.
Crystallus subrimatus O. Rhdt.
„ *crystallinus* Müll.
Zonitoides nitidus Müll.
Punctum pygmaeum Drap.
Patula rotundata Müll.
„ *ruderata* Stud.
Eulota fruticum Müll.
Vallonia costata Müll.
Helicodonta obvoluta Müll.
Fruticicola unidentata Drap.
„ *sericea* Drap.
„ *villosa* Stud.
„ *incarnata* Müll.
Arianta arbustorum L.
Isognomostoma personata Lm.
Tachea hortensis Müll.
Buliminus montanus Drap.
„ *obscurus* Müll.
Cionella (Cochlicopa) lubrica Müll.
Torquilla secale var. *gracilior* Kregl., eine für die Südostecke Württembergs charakteristische Form.
Pupilla muscorum Müll.

---

[1] Begleitworte zu Blatt Ravensburg und Tettnang der geognost. Spezialkarte von Württemberg. 1882. S. 4, 6, 12 ff.

Sphyradium endentulum Drap.
Isthmia minutissima Hartm.
Vertigo antivertigo Drap.
,, *pusilla* Müll.
,, *angustior* Jeffr.
,, *genesii* Gredl., zwar nur ein Exemplar, aber ein unzweifelhaftes, das mit solchen aus dem Löß von Murr bei Marbach übereinstimmt.
Acanthinula aculeata Müll.
Clausilia laminata Mont.
,, *orthostoma* Mkc.
,, *plicata* Drap.
,, *biplicata* Mont.
,, *parvula* Stud.
,, *dubia* Drap.
,, *ventricosa* Drap.
,, *lineolata* Held.
,, *plicatula* Drap.
Succinea putris L.
Carychium minimum Müll.
Limnaea ovata Drap.
,, *palustris* Müll.
,, *truncatula* Müll.
Planorbis planorbis L. (*marginatus* Drap.).
,, *leucostoma* Mill. (*rotundatus* auct.).
,, *(Gyraulus) borealis* Lovén, nicht selten.
Acme polita Hartm.
,, *lineata* Drap.
Bythinella alta Cless.
Valvata alpestris Küst.
,, *pulchella* Stud.
,, *cristata* Müll.

Der bekannte Molluskenkenner Geyer, der die Schnecken zu bestimmen die Freundlichkeit hatte, schreibt hierzu: Mit vier Ausnahmen bewohnen die aufgeführten Arten heute das Wolfegger Aachtal und seine nächste Umgebung. *Patula ruderata* Stud. hat sich in die Alpen zurückgezogen; ihr sporadisches Auftreten in den deutschen Mittelgebirgen wird im Zusammenhang mit ihrer ausgedehnten Verbreitung in den Alpen und im Norden als ein Beweis dafür angesehen, daß sie zu den Relikten der Glazialperiode zu zählen ist. Fossil findet sie sich diluvial und alluvial bei Basel, Mosbach, Weimar, in der Hilsmulde, bei Frankfurt a. M., Cannstatt, Stuttgart. Ähnlich liegt der Fall mit *Valvata pulchella* Stud., die als *macrostoma* Steenh., *depressa* Pf. oder *frigida* Westld. in zersprengten Kolonien (z. B. Schelklingen) Süddeutschland besetzt hält, im Nordosten häufiger

ist und ab und zu in diluvialen Sedimenten erscheint (Hangenbieten, Moosbach, Darmstadt, Frankfurt a. M.).

Von *Vertigo genesii* Gredl. gibt Steusloff[1] eine Zusammenstellung ihres fossilen Vorkommens in Deutschland, welchem noch einige Punkte in Württemberg beigefügt werden können, die noch nicht bekanntgegeben wurden. Die kleine Schnecke hat sich aus unserem Gebiet in den hohen Norden und in die Alpen zurückgezogen; „Südtirol bei St. Genesien und am Salten; in der oberen Waldregion" nach Clessin, Moll.-Fauna Österreich-Ungarns und der Schweiz, S. 279.

Neu für ganz Deutschland dürfte *Planorbis borealis* Lovén sein. Ich hatte Gelegenheit, die Wolfegger Funde mit rezenten Exemplaren aus Schweden in der Sammlung des Kgl. Naturalienkabinetts in Stuttgart zu vergleichen und die Übereinstimmung festzustellen. Nach Westerbund (Fauna paläarkt. Binnenkonchylien. Bd. 5, S. 80) bewohnt die Schnecke Norwegen, Nord- und Mittelschweden, Finnland, Sibirien, Alaska. Es wäre aber nicht unmöglich, daß auch sie noch in den Alpen oder am Nordfuße derselben gefunden würde. Wir kennen das Gebiet noch viel zu wenig.

Die Feststellung der Flora (übersinterte Blattabdrücke) aus dem Tuff ergab: Rottanne, Haselnuß, Eiche, Ulme, Linde, was dem heutigen Bestand der Umgebung entspricht.

Bei Füglesmühle handelt es sich um einen mächtigen Kalktuffkegel, der sich am Fuße der Inneren Jungendmoräne, auf deren Innenseite, gebildet hat. Die Fauna und Flora habe ich noch nicht näher untersucht. Die Anlagerung des Tuffkegels und seine typische Oberflächenausbildung ist jedoch hier so klar, daß es weiterer Untersuchungen für die Altersbestimmung nicht bedarf. Es findet sich nirgends eine Spur von Moränenauf- oder Einlagerung.

Die Kalktuffbildungen bei Ravensburg lagern überall auf den Kiesen und Sanden der Achenschwankung, sind also nach diesen abgelagert und scheinen zum Teil ganz jungen Alters zu sein. Beim Bau des neuen Mädchenheims wurde im Kalktuff eine Kulturschicht aufgedeckt. Es fanden sich in 3 m Tiefe Hornzapfen und Zähne vom Rind, welche durch ihre kleine Form denen des Torfrindes von Schussenried (im Naturalienkabinett in Stuttgart) ganz ähnlich sind,

---

[1] Beiträge zur Fauna und Flora des Quartärs in Mecklenburg; Archiv des Vereins der Freunde der Naturgesch. in Mecklenburg. 61. 1907. S. 71 f.

ein Eberzahn und die Hornzapfen einer Ziegenart, zusammen mit einem künstlich bearbeiteten Stein (Steinwerkzeug?). Diese Kulturschicht setzte sich in einer Art Kohlenschichte fort. Das Liegende bildete Kalktuff bis zur Gesamttiefe von 5 m, dann kamen geschichtete Sande.

Bei Weißenbronnen und bei der Füglesmühle setzt sich die Tuffbildung noch bis heute unbehindert fort. Prächtige Quellen sprudeln über den Hang und setzen oft ganz gleichmäßig Deckschichten ab. Überaus schöne Schichtung zeigt der Füglesmühle-Tuff.

Bei Weißenbronnen wurden Kohlenreste vom Hausbrand im Jahre 1872 in den Steinbruch geworfen; bis heute sind sie schon

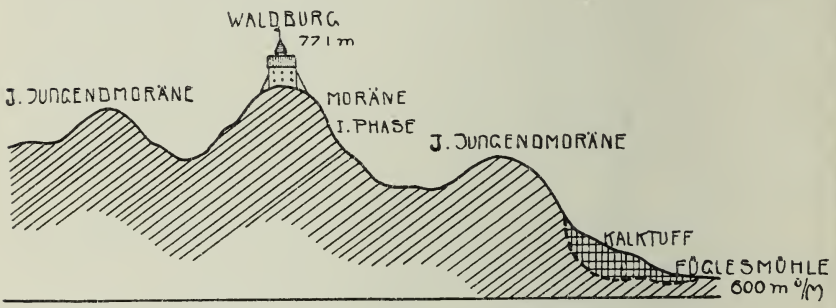


Abb. 5. Profillinie Füglesmühle—Waldburg.

mit einer $^1/_2$ m mächtigen Kalktuffschicht überdeckt. Dabei wechseln die Wasser jahrelang ihre Berieselungsfläche, so daß nicht an ein kontinuierliches Absetzen dieser $^1/_2$ m mächtigen Schicht zu denken ist, vielmehr sind jahrelange Unterbrechungen anzunehmen. An einer anderen Stelle finden sich Brandkohlen eingeschlossen, wahrscheinlich von einem früheren Köhlerhaufen herrührend. In den Begleitworten zu Blatt Ravensburg und Tettnang der geogn. Spezialkarte von Württemberg, S. 12, beschreibt O. Fraas das Auffinden von Brandkohlen und Feuersteinstücken in diesen Ablagerungen und schließt daraus auf eine interglaziale Kulturschichte.

Eine letzte Phase vor dem Rückzug bis zum Bodensee war noch von langer Dauer. Der Gletscher hinterläßt Moränenwälle und seine Wasser furchen peripherische Rinnen aus. Der Eisstand läßt sich deshalb ziemlich genau feststellen. Während seiner Dauer bildet

sich das gegen 10 qkm große Argendelta. Insofern das Eis wieder ebenso rasch vorschritt, als es abschmolz, bedeutet dieser Zustand eine

neue Phase der Vergletscherung.

Nach den Angaben W. Schmidle's hätten wir in dieser Phase, seiner III. Phase, einen neuen Vorstoß zu erblicken, nachdem sich das Eis während der Achenschwankung mindestens bis in das Bodenseebecken zurückgezogen hatte. „Seine Moränen ruhen deshalb auf den Kiesen des Sees der Achenschwankung, dessen Deltas in Flachhügelländer verwandelt werden."

In unserem Gebiet sind jedoch keine moränenbedeckten Kiese und Sande der Achenschwankung beobachtet worden, außer einem kleineren Vorkommnis nahe am See. Dieses ist mit größerer Wahrscheinlichkeit mit Oszillationen des Eises der Rückzugsstände dieser Phase in Verbindung zu bringen. — Es ist die Sandgrube gegenüber der unteren Mühle in Hemigkofen, in ca. 415 m Höhe, wo Sande mit Kreuzschichtung (diskordanter Parallelstruktur) von Moräne überlagert sind. Die Sande sind in 6 m Mächtigkeit erschlossen; die Moränendecke ist 1 m stark.

Nicht aber hierher gehören die von Kinkelin als „Umschüttungsterrassen" beschriebenen Kiese und Sande auf der Nordseite des Schachen—Wasserburger Hügelzuges. Diese Schotter bilden vielmehr den fluvioglazialen Übergangskegel des Moränenrückens, der sich dem See entlang zieht und auf dessen Südseite die genannten Orte liegen. Die Kies- und Sandschichten sind mit der Moräne verzahnt und können leicht den Eindruck von moränenüberdeckten Terrassen hervorrufen. (Siehe nähere Beschreibung dieser Moränen unten S. 326.)

Die Eisrandlage ist zu Beginn der neuen Phase folgende — im Schussen- und Leiblachtal durch Endmoränen bestimmt, dazwischen durch quer verlaufende Eiswasserrinnen —: Geschlossene Eismasse nur mehr über dem Bodensee; starke Gliederung landeinwärts. Eine Zunge reicht ca. 15 km in das Schussental aufwärts bis Oberzell. Zunge im Leiblachtal ca. 10 km lang bis Ober-Nützenbrugg. Zwischen dem Schussental und dem Leiblachtal reicht das Eis nicht ganz bis an die Argen, erste Rinne südlich der Argen; die Eiswasser sammeln sich jedoch in der Argen. Das Eis bedeckt also hier vom Bodensee aus eine nicht mehr sehr breite, aber immerhin ununterbrochene Randzone.

Westlich der Schussen, in der Immenstaader Bucht, reicht das

Eis nicht mehr so weit landeinwärts, bis südlich Markdorf. Es wurde dort ein dreifacher Stirnmoränenkranz um die Immenstaader Bucht abgelagert. Diese Moränen wurden schon von Schmidle unter seinem 4. Gletscherstand beschrieben:

1. Nördlich und östlich Kippenhausen, zuletzt Garenwieden—Ikelesholz, östlich Reute—Egg—Beiten—Riedern, südlich Markdorf—Blauenbühl—Efrizweiler—Herrenstöcke—Buschach, dann westlich und nördlich Schnetzenhausen (entsprechend Kippenhausen), weiter Meisterhofen—Wiggenhausen, westlich Unterailingen.
2. Hub — Leiwiesen — Falben — Farnach — Reuthenen — Burgbergacker—Spaltenstein—Manzell.
3. Speckkolz — Baitner Wald — Huben — Landoltshof — Fischbach oder Hofen.

Im westlichen Bodenseegebiet erreichte das Eis kurz die heutigen Seeenden, ohne dort Moränen abzulagern.

Schmidle beschreibt eine Reihe von bedeutenden Erscheinungen im westlichen Seegebiet, welche er seiner III. Phase zuweist, so die Entstehung der Inseln Reichenau und Mainau, die Bildung der Konstanzer Bucht, d. h. die Trennung des Untersees vom Obersee durch die Moränen bei Konstanz.

Eigentliche und bedeutende Endmoränen dieser Phase haben wir außerdem im Schussental und im Leiblachtal. Im ersteren Tal erreichte die Eiszunge nur kürzere Zeit Oberzell: flache Moränenhügel bei Lachen—Metzenmoos. Durch das Schwarzach- und Moosbachtal ist diese erste schwache Moräne von dem zweiten kräftigen Wall getrennt, der etwas südlicher, über Senglingen (458 m), Schwarzenbach (465 m), Ottmarsreute, das Schussental quert. Der breite Rücken erhebt sich immerhin im Durchschnitt mindestens 30 m über die Schussentalebene, welche sich nördlich und südlich in ca. 420 m Höhe anschließt. Auf der Ostseite ist die Moräne kräftig und läßt sich in einem Bogen über Hirschach, Höll, Bechlingen bis Tettnang als Ufermoräne weiter verfolgen. Bei Bechlingen ist die Moräne mit einer schwachen Decke aus Sand und feinerem Kies dem Auge verschlossen. Siehe Aufschlüsse in den Kiesgruben westlich Bechlingen.

Die Argenwasser haben hier mit dem Zurückweichen des Eises ihre Sedimente z. T. über diese Moräne ausgebreitet; wir haben hier den nordwestlichen Rand des Argendeltas. Der Moränenwall selbst

besteht hauptsächlich aus Grundmoräne (Aufschlüsse beim Bahnbau Ravensburg—Friedrichshafen). Bei Senglingen ist ein fluviatiler Übergangskegel dieser Stirnmoräne aufgeschlossen, es sind nach Norden geneigte und sich verfeinernde Kies- und Sandschichten. Auf der Westseite der Schussen sind kaum Spuren einer Moräne zu nennen, daher der Durchfluß der heutigen Schussen auf dieser Seite des Tales; sie wäre in einem entsprechenden Bogen von Rebholz bis Ettenkirch abgelagert zu denken.

Ganz ähnlich einseitig entwickelt ist die Stirnmoräne der Leiblachzunge, dieselbe läßt sich erst östlich der Leiblach sicher erkennen. Ein Halbbogen sehr schöner Moränenhügel zieht sich von Nützenbrugg über Radlings, Ruhlands nach Infang und Leitfritz hinauf, an Deutlichkeit immer zunehmend. Zuletzt nach innen bei Immen und Niederstaufen von einer zweiten Reihe ähnlicher Endmoränenhügel in einigem Abstand begleitet. Das Fehlen der westlichen Moränenseite ist wohl abermals mit dem Wasserabfluß, dem Abfall des Gletschers, nach dieser Seite in Zusammenhang zu bringen.

Auch diese Gletscherphase gab das letzte Gebiet bis zum Bodensee nur ganz allmählich, man möchte sagen, schrittweise, frei. Wir können fast in größerer Anzahl als früher einzelne stationäre Eisstände unterscheiden. Im Schussental selbst allerdings rücken sie ganz nahe aneinander heran. Die Moränenbildungen zwischen Oberzell und Meckenbeuren, die immerhin eine Breite bis zu 3—4 km einnehmen, können kaum getrennt werden.

Das Gebiet zwischen Argen und Bodensee wird gerne als charakteristische Drumlinlandschaft erwähnt (Kinkelin, M. Schmidt). Typisch für eine unveränderte Drumlinlandschaft ist eine radiale und vielfach zentripedale Richtung der Gewässer, bestimmt durch die Anordnung der Drumlin, deren Längsrichtung der Zentraldepression zustreben, in Übereinstimmung mit der Abdachungsrichtung des ganzen Gebietes. Die bedeutendsten Talungen nehmen hier aber einen peripherischen Weg, genau wie Rinnen zwischen Endmoränenwällen. Die Hügelreihen, welche südlich der Argen, so ziemlich in Westostrichtung miteinander verbunden, verlaufen, sind den Endmoränen äquivalente Gebilde. Sie stellen je eine Eisrandlage vor und sind, selbst alte Drumlin, durch neue Moränenanlagerung miteinander verbunden. Die Eintiefung der Eisrandrinnen macht ihren Zusammenhang organisch.

Als erste Querrinne ist das Wielandsweilerbachtal zu nennen. Sein ehemaliger Verlauf als Eisrandrinne ist bis gegen Sieberats-

weiler zu verfolgen. Es ist ein mächtiges Tal, mit zahlreichen Kesselvertiefungen. Die Wasser der östlichen Hälfte von Sieberatsweiler bis zum Muttelsee haben später nach Süden durchgebrochen. Es birgt die Seen: Wielandsweiher, Kammersee, Muttelsee. Diesem Eisstand entspricht die oberste Terrasse der Argen, welche in 470 m Höhe beim Eintritt in das Schussental in eine Deltaebene übergeht von 460—470 m Höhe, in die oberste Deltastufe. Ganz im Osten fungiert als Eisrandrinne das Schwarzenseebachtal; es führt die Wasser der Eiszunge des Leiblachtales in die Argen und tritt mit deren oberster Terrasse in 520 m Höhe bei Schwarzenbach in Verbindung. Kurz oberhalb der Mündung in die obere Argen ist ein Aufschluß der Terrasse im Schwarzenbachtal beim Ferdishof schon 530—540 m hoch gelegen. Die schon erwähnte Rinne, welche von Isigatsweiler, Sieberatsweiler, über Muttelsee, Hirensee, Wielandsee in das jetzige Wielandsweilerbachtal übergeht, tritt durch die Terrasse bei Gitzensteig in 480 m Höhe mit dieser obersten Argentalstufe in Beziehung; ältester Durchfluß zwischen Stauden und Kau.

Diese oberste Argenterrasse, welche wir bei Schwarzenbach nördlich Neuravensburg in 520 m Höhe bemerkt haben in Verbindung mit dem Schwarzenbachtal als Eisrandtal, ist bei Pflegelberg noch 515 m hoch gelegen, bei Rappertsweiler in der „Ebnet“ 490 m hoch sehr schön ausgebildet, bei Gitzensteig steht sie in 480 m Höhe mit dem ersten Eisrandtal südlich der Argen in Kommunikation und geht östlich dem Reichenbühl mit 476—470 m Höhe in eine nördliche Richtung über, Schussen aufwärts sich als Deltaschüttung dem Eisrand entlang bis nördlich Tettnang verbreitend, Oberfläche 470—460 m; die Terrasse zeigt vielfach akkumulativen Charakter. Die damalige Argen hatte in den unteren 15 km ihres Laufes nicht einmal 4 ‰ Gefälle; ihr Bett ist oft über 1 km breit.

Dem zweiten Eisstand entspricht die zweite Argenterrasse. Diese Terrasse liegt bei Pflegelberg 510 m hoch, bei Steinenbach 470—475 m, bei Badhütten 460—465 m und tritt bei Gießenbrück in Verbindung mit der Deltaterrasse 440—450 m hoch, welche der ersten gegen Nordwesten vorgebaut ist. Damit diese Deltastufe sich so weit ausbreiten konnte, mußte das Eis auch ein weiteres Randstück des Schussentales freigegeben haben. Nur durch den Rückzug des Eises war auch das Sinken des Wasserspiegels auf 440 m möglich. Abfluß nach Westen über Bläsisösch—Unterailingen ins Rothachtal, dessen Wasser in die Senke südlich dem Gehrenberg zurückgestaut wurden; weiterer Abfluß nach Westen in den Über-

lingersee, der westlich Nußdorf—Dingelsdorf offen ist. Auf dem Riedel südlich der Argen entsteht die zweite Parallelrinne von den Wassern ausgetieft. Es ist die Rinne, welche jetzt dem Betznauerbach, den Schleinsee und den Degersee birgt und sich nach Osten über Dentenweiler verfolgen läßt. Das Tal mündet beim Haltmaier nördlich Betznau in die Schussenstauung; Terrasse: Haltmaier—Schwanden—Heiligenhof 440—450 m.

Ein dritter Stand zeigt sich in der Entwicklung des Argendeltas von durchschnittlich 420 m Höhe. Es ist ein ziemlich plötzlicher, treppenartiger Absatz von 440 auf 420 m vorhanden. Die riesige Ausbreitung der niederen Schotter in der Flußrichtung der Argen auch gegen Süden, dem Bodensee zu, bis Hemigkofen, zeigt deutlich, daß die Argenwasser sich im Schussental ausbreiten konnten, daß das Eis sehr dezimiert war. Terrassen von diesem Niveau haben wir auch noch auf der Südseite des Hochsträß und am Hoyerberg, ferner nordöstlich Lindau von Steig gegen Rickenbach hinziehend. Die unterste Terrasse hat nicht mehr das konstante Niveau der beiden höheren, vielmehr sind Stufen in 425, 420, 415 m Höhe ausgebildet.

Diese Abstufung der jüngsten Deltaterrasse ist auch Argen aufwärts wahrnehmbar, bei Badhütten und Langnau z. B. zeigt die unterste Terrasse entsprechende Stufen in 450, 445, 440 m Höhe[1].

Der kleine Lappen, welcher zurzeit der Ausbreitung der niederen Argenterrasse noch in die Schussenebene eindrang, hinterließ keine Moräne. Es sei denn, daß man die horizontal geschichteten

[1] Die Auffälligkeit der Flußterrassen des Argentales hat schon früher verschiedene Autoren zu einer Erklärung derselben angeregt. A. Steudel hat in seinem Aufsatz: „Welche wahrscheinliche Ausdehnung hatte der Bodensee in der vorgeschichtlichen 'Zeit?“ (Schriften d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees. V. Heft. 1876) die Terrasse an der unteren Argen als Uferböschungen eines alten Bodensees angesprochen und die einzelnen Stufen mit Rückzugsstadien des Sees in Einklang gebracht.

K. Miller, in einer Lokalstudie über „Das untere Argental“ (Schriften d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees. 1885), hat die 3 Terrassen ausführlich beschrieben und in einer Tabelle zahlreiche Höhenpunkte der einzelnen Terrassen übersichtlich dargestellt. Diese Beschreibung und Darstellung läßt an Genauigkeit kaum zu wünschen übrig und kann heute noch benützt werden. Auch hat Miller die Terrassenbildung mit dem Zurückschmelzen des Eises, dem „Hin- und Rückgehen der Gletschergrenze“ in Beziehung gebracht.

M. Schmidt hat in seinem schon angeführten Schriftchen über die geologischen Verhältnisse des Unteren Argentales diese Stufen in die Achenschwankung Penck's eingeordnet.

Ablagerungen, „Bändertone", mit zahlreichen auch größeren Geschieben, wie sie in den Ziegeleien beim Knöbelhof und bei Wolfzennen, sowie bei einer Bohrung in Friedrichshafen aufgeschlossen wurden, als solche betrachtet. Die Eiszunge konnte hier von den zurückgedämmten Wassern umspült und auch vielleicht unterspült werden. Auf jeden Fall sind diese geschichteten Ablagerungen von beachtenswerter Mächtigkeit, ohne daß sie sich irgend über die Schussentalebene erheben. Die Bohrung bei der Lederfabrik Friedrichshafen, kaum 2—3 m über dem See, hatte diese geschichteten Moränenablagerungen bei 37,5 m Tiefe noch nicht durchteuft, worauf die Bohrung leider aufgegeben wurde. Es ist wahrscheinlich, daß eine tiefe Erosionsbucht mit diesem Material ausgefüllt und eingeebnet wurde. Die Tiefenkarte des Bodensees zeigt gegen das Schussental heute noch eine Tiefenbucht im Seegrund als auffallende Abweichung von der übrigen Seegestaltung. Die klar ausgebildete Zungenbucht des Gletschers, welche zwischen Äschach, Reutin, Rickenbach und der Leiblach ausgebildet ist, stellt sich ebenfalls nicht durch Moräne eingeschlossen dar. Nach Norden schließt die oben erwähnte, stufenförmige Terrasse Steig-Rickenbach ab. In der ebenen Niederung selbst bemerkt man nirgends eine Erhöhung; bei Grabungen kommt jedoch überall Grundmoräne zutage.

Einem späteren Gletscherstand gehört die niedere Hügelreihe als Stirnmoräne an, welche sich am Seeufer von Lindau bis Wasserburg auf durchschnittlich 415 m erhebt. Genetisch gleichzeitig ist das breite Tal hinter dieser Hügelreihe (Torfwiesen). Diese Moränenkuppen gehen auf der Nordseite in Kieskegel über. Solche fluviatile Übergangskegel (die Umschüttungsterrassen von Kinkelin) sind sehr schön aufgeschlossen zwischen Schachen und Enzisweiler hinter dem Schlößle, ebenso bei Mooslachen hinter Wasserburg, ferner auf der Nordseite des Wasserburger Bühels. Die ca. 30 Grad nach Norden einfallenden, grob geschichteten Schottermassen unterscheiden sich stofflich von der Moräne nur durch den Mangel an lehmiger Grundmasse.

Ein weiterer Stand ist durch die südlichst gelegene Reihe von Moränenhügeln angegeben, welche im See liegen, dem Ufer von Lindau bis Wasserburg entlang, in Form hügeliger Anhäufungen und einzelner großer Blöcke. Dazu ist auch Lindau zu zählen, das sich noch über das Seeniveau erhebt. 1 km südlich Schachen liegen zwei Hügel im See, welche sich dem Spiegel ziemlich nähern, ebenso zwei südlich Wasserburg. Von Lindau zieht sich eine Moräne im

See nach Mehrerau, die Bregenzer Bucht abschließend. (Siehe Tiefenkarte des Bodensees.)

Durch ihre lange Dauer und die mehrfache Gliederung in einzelne Gletscherstände wird diese Phase von großer Bedeutung für die Gestaltung des Bodensees, besonders für dessen feinere Gliederung und Landschaftscharakter.

Die Mächtigkeit der diluvialen Ablagerungen im Schussengebiet stellt sich im allgemeinen sehr verschieden dar. Obwohl wir eine gewisse Symmetrie der Eisverbreitung von der Teildepression der Schussenlinie aus annehmen müssen, welche sich besonders in den Rückzugsphasen mit ihrer starken Zungenteilung des Gletschers durch Ablagerung symmetrischer Ufer- bezw. Stirnmoränen kund tut, läßt sich gar nicht verkennen, daß die Glazialformation östlich der Schussen weit mächtiger ist als westlich derselben.

Was die fluviatilen Schichten, die Schotter- und Sandablagerungen betrifft, so wird immer wieder die Frage gestellt, warum sind diese westlich der Schussen so spärlich? Viele Gemeinden sind gezwungen, ihren Bedarf an Kies und Sand mehrere Wegstunden entfernt zu holen, während östlich der Schussen jedes Dorf und sogar unzählige einzelne Bauernhöfe ihre eigenen Kiesgruben haben. Die Erklärung fällt nicht gerade schwer, wenn man in Betracht zieht, daß die Schmelzwasser während des Eisrückzuges, der Hauptfaktor der Schotterablagerung, von Osten nach Westen abflossen. Sobald die Wasser von Osten her (gegen das Algäu steigt der Boden ziemlich stark an, deshalb ist die lebendige Kraft, die Transportfähigkeit, des Wassers groß) gegen das Depressionsgebiet der Schussen gelangten, wo die Wasser sich stauten, lagerten sie ihre Gerölle ab, die Vertiefungen ausfüllend. Ihres Ballastes entledigt, traten sie auf der Westseite aus. Was von da ab unterwegs mitgeführt wurde, kam erst gegen die nächste Teildepression, das Zweigbecken des Salemer Tales, zur Ablagerung.

Mehr Schwierigkeiten macht es, die verschiedene Mächtigkeit der rein glazialen Ablagerungen zu erklären. Ich kann nur auf die Tatsache hinweisen, daß sich zweifellos die Hauptmasse des zentralalpinen Gesteins auf dem Gebiet östlich der Schussen abgelagert hat. Der Hauptgletscher aus dem alpinen Rheintal brachte die Gneise, Granite und Diorite, die Amphibol- und Epidotschiefer usw. in ihren zahlreichen Variationen aus dem östlichen Nährgebiet des Rheingletschers, den Rhätischen oder Graubünder Alpen, der Sil-

vretta und der Vorarlberger Gruppe; dazu kommt der Zuschuß der voralpinen Flysche, Kreide, Nummulitenkalke, Algäuschiefer. Ich war erstaunt, den Unterschied zu konstatieren zwischen den Moränen unseres Gebietes östlich der Schussen und gegen das Algäu zu und denen des westlichen Teiles des Gletschers im westlichen Bodenseegebiet. Während östlich der Schussen zentralalpine Blöcke von mehreren Zentnern sich massenhaft in den Moränen finden (besonders in den Waldburger Strängen), bestehen dort die größten Stücke in der Mehrzahl aus Molasse (ein Block mit $^1/_4$ cbm wird schon als Seltenheit betrachtet); im übrigen finden sich viele Hochgebirgskalke, welche bei uns ganz selten sind und solche, wie z. B. Lochseitenkalke, die bei uns ganz fehlen.

Die Zuflüsse, welche in tiefen Taleinschnitten in das niedere Schussenbecken münden, soweit sie die Tertiärsohle anschneiden, geben uns Aufschlüsse über die Mächtigkeit des Diluviums.

Am Nordende des Beckens, im Schussentobel selbst, beträgt die Mächtigkeit, wie früher schon erwähnt, 60—80 m.

Der lange östliche Einschnitt der Wolfegger Aach zeigt ebenfalls durchschnittlich 60—80 m Mächtigkeit der diluvialen Schichten.

Die westlichen Zuflüsse der Schussen, der Mündung des Wolfegger Aachtales gegenüber, das Steiger- und das Weilertobel, zeigen eine Deckschicht von höchstens 25 m. Das Tertiär steigt hier rasch auf 550—570 m an.

Im Lauratale (Scherzach) lagert eine 40—60 m mächtige Schichte über den obermiozänen Sandmergeln, welche mit der 540 m-Kurve nach oben abschneiden. Diese Isohypse bildet auffallend genau die Grenze und zugleich den Quellhorizont im ganzen Lauratal mit seinen zahlreichen Nebentälchen.

Auch für das südlichere Flattbachtal scheint die 540 m-Kurve dieselbe Bedeutung zu erlangen, da die bedeutendsten Quellen wenigstens noch auf der Nordseite diese Höhe einhalten. Das Tertiär kommt hier nicht zum Vorschein.

Die östliche Schussenseite ist infolge der riesigen Diluvialablagerungen sehr arm an Tertiäraufschlüssen. Auch das Tal des Grenzbaches oder Schwarzenbaches, welches bei Eschach in das Schussental mündet, zeigt nirgends die Liegendgrenze des Diluviums.

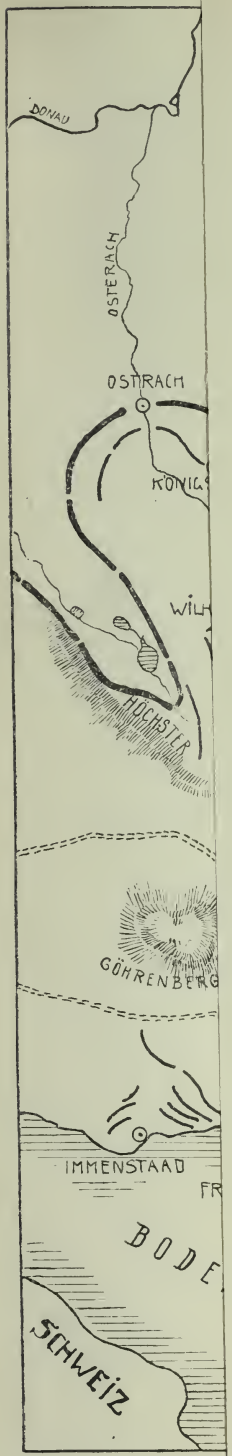
Erst im Süden, im Argental, erscheint zum erstenmal wieder

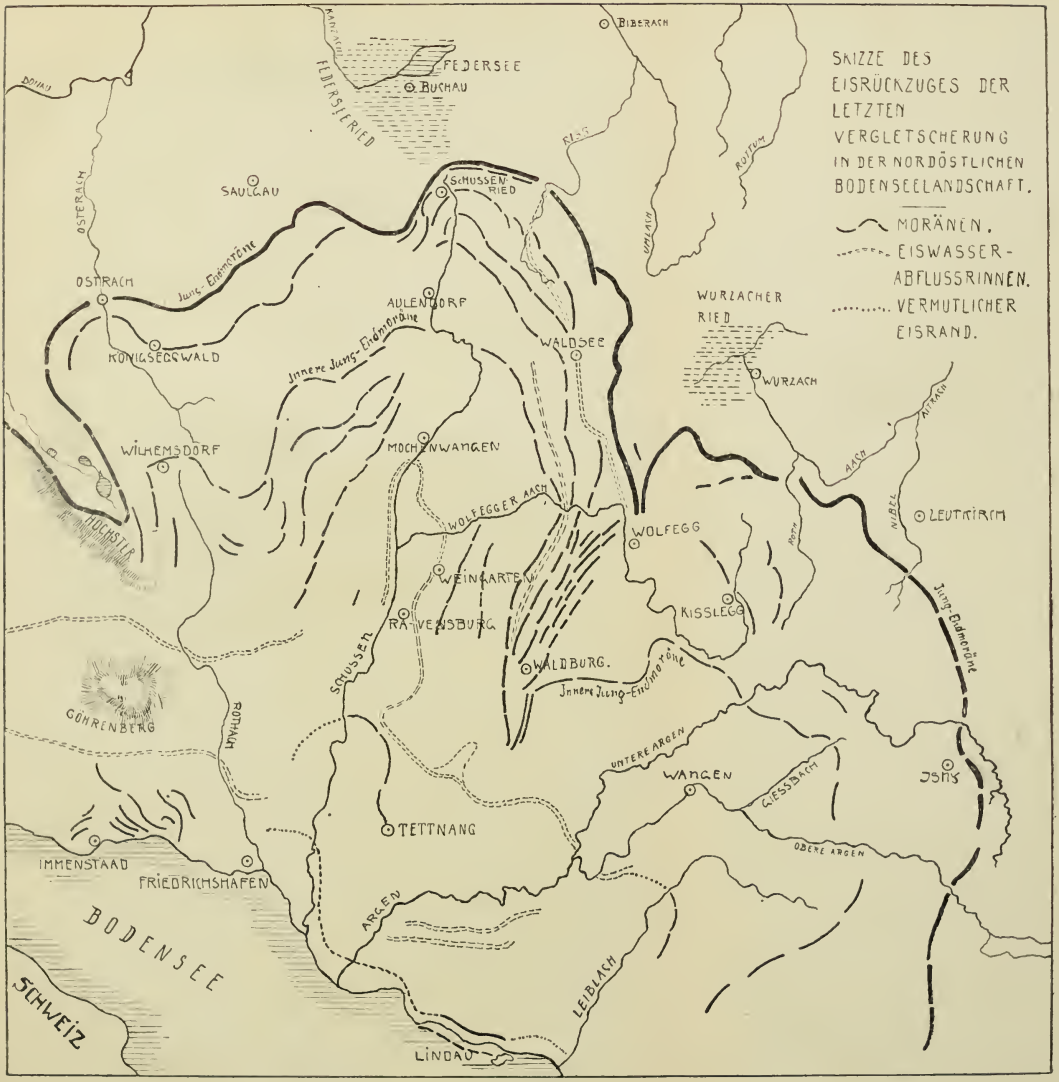
Tertiär bei Neu-Summerau in 460 m Höhe. Die Oberfläche der Glazialschichten liegt 100 m höher.

Auf der westlichen Schussenseite schneiden die Bäche steile Tobel, Sturmtobel, Höll, Hotterloch in das Tertiär ein, das von einer nur wenige Meter mächtigen Moränen-Deckschichte geschützt ist. Erst südlich des Theuringer Tales, gegen den Bodensee zu, nimmt auch hier die Deckschicht zu.

In der breiten, niederen Schussentalebene zeigt sich ebenfalls eine Mächtigkeitszunahme der Glazialschichten gegen den Bodensee. In Mochenwangen, an einer Stelle 460 m ü. d. M., ist die Diluvialschicht nur 8 m mächtig. Die Bohrung in Weingarten, Bohrstelle 475 m ü. d. M., traf nach 21 m (11 m Geröll, 10 m Grundmoräne) auf Tertiär; in Ravensburg, Bohrstelle 450 m, in 37 m Tiefe (13 m Geröll, 24 m Grundmoräne), während in Friedrichshafen, Lederfabrik 399 m, bei 37,5 m Tiefe die Grundmoräne noch nicht durchsenkt war.

Obige Angaben ergeben, daß die Mächtigkeit des Diluviums gegen den Bodensee allgemein zunimmt, ferner die Tatsache, daß der Tertiärgrund stärker gegen den Bodensee einfällt, als die Oberfläche des Diluviums.


DONAU
OSTRACH
OSTRACH
KÖNIGS
WILH
HÖCHSTER
GÖHRENBERG
IMMENSTAAD
FR
BODE
SCHWEIZ


SKIZZE DES EISRÜCKZUGES DER LETZTEN VERGLETSCHERUNG IN DER NORDÖSTLICHEN BODENSEELANDSCHAFT.
MORÄNEN.
EISWASSER-ABFLUSSRINNEN.
VERMUTLICHER EISRAND.
BIBERACH
FEDERSEE
BUCHAU
FEDERSEERIED
SAULGAU
SCHUSSEN RIED
OSTRACH
OSTRACH
Jung-Endmoräne
KÖNIGSEGGWALD
AULENDORF
Innere Jung-Endmoräne
WALDSEE
WURZACHER RIED
WURZACH
WILHEMSDORF
MOCHENWANGEN
WOLFEGGER ACH
WOLFEGG
LEUTKIRCH
ARGEN
WEINGARTEN
RAVENSBURG
KISSLEGG
SCHUSSEN
WALDBURG.
Innere Jung-Endmoräne
GÖHRENBERG
ROTHACH
UNTERE ARGEN
WANGEN
GESSBACH
OBERE ARGEN
TETTNANG
IMMENSTAAD
FRIEDRICHSHAFEN
BODENSEE
SCHWEIZ
ARGEN
LEIBLACH
LINDAU

3 0112 072830869